

EL SENTIDO DE LA EXISTENCIA HUMANA

Lectulandia

¿Cuál es el origen de la humanidad? ¿Por qué existe una especie como la nuestra en el planeta Tierra? ¿Gozamos de una posición privilegiada? ¿Adonde nos dirigimos? Y quizás la pregunta más difícil de todas: ¿por qué?

En *El sentido de la existencia humana*, su obra más filosófica hasta la fecha, el biólogo Edward O. Wilson se lleva a sus lectores de viaje para examinar qué es lo que nos hace tan especiales, pero también nos invita a un ejercicio de humildad que nos capacite para apreciar la fascinación que ocultan el resto de especies y el mundo natural.

Autor de inmenso prestigio es ganador de dos premios Pulitzer y ha acuñado conceptos como «biodiversidad», a la par que polémico entre quienes le acusan de exceso de mecanicismo, Wilson expone en este último libro sus teorías más acabadas sobre nuestra existencia, y tiende un valioso puente entre las ciencias y las humanidades para crear un tratado sobre la existencia humana propio del siglo XXI, desde nuestros orígenes más lejanos hasta una mirada sugestiva sobre lo que nos depara el futuro.

Lectulandia

Edward Osborne Wilson

El sentido de la existencia humana

ePub r1.0

mandius 18.10.16

Título original: *The Meaning of Human Existence*
Edward Osborne Wilson, 2014
Traducción: Xavier Gaillard Pla

Editor digital: mandius
ePub base r1.2

PRIMERA PARTE

¿Por qué existimos?

La historia no tiene mucho sentido sin la prehistoria, y la prehistoria tiene poco sentido sin la biología. El conocimiento de la prehistoria y la biología está extendiéndose rápidamente; el interés recae en cómo se originó la humanidad y en por qué una especie como la nuestra existe en este planeta.

1
El sentido del sentido

La humanidad ¿goza de una posición privilegiada en el universo? ¿Cuál es el sentido de nuestras vidas personales? Creo que sabemos lo suficiente sobre el universo y sobre nosotros mismos como para poder plantearnos estas preguntas de una forma comprobable; podemos responderlas. Podemos, con nuestros propios ojos, mirar a través del cristal oscuro y hacer realidad la profecía de Pablo: «Ahora conozco en parte; pero entonces conoceré como fui conocido». Nuestro lugar y nuestro sentido, sin embargo, no se nos están revelando como pronosticó Pablo; para nada. Hablemos sobre esto, razonemos juntos.

Propongo un viaje con este objetivo, en el cual me ofrezco como guía. Nuestra ruta primero discurrirá por el origen de nuestra especie y su posición en el mundo viviente, cuestiones que en un principio ya abordé en otro contexto en *La conquista social de la Tierra*. Y a continuación se nos presentará, a partir de una serie de pasos en dirección a las humanidades y pasos de regreso a las ciencias naturales, un problema más difícil: «¿adónde nos dirigimos?», y la pregunta más difícil de todas, «¿por qué?»

Ha llegado el momento, creo, de poner sobre la mesa la posibilidad de unificar esas dos grandes ramas del conocimiento. ¿Las humanidades se preocuparían en colonizar las ciencias? Y de hacerlo, ¿les iría bien un poco de ayuda? ¿Qué me dicen si sustituimos la ciencia ficción —la imaginación de una fantasía producto de una única mente— por nuevos mundos con muchísima más diversidad, basados en la ciencia real procedente de muchas mentes? Los poetas y los artistas visuales ¿podrían buscar dimensiones desconocidas, profundidad y significado en el mundo real, más allá de la gama de sueños corrientes? ¿Les interesaría encontrar la verdad en lo que Nietzsche llamó, en *Humano, demasiado humano*, los colores del arcoíris que se perfilan en los bordes exteriores del conocimiento y la imaginación? Ahí es donde encontraremos el sentido.

En su uso más habitual, la palabra «sentido» implica intencionalidad; la intencionalidad implica creación; y la creación implica un creador. Cualquier entidad, cualquier proceso, o la definición misma de cualquier palabra son fruto de una consecuencia intencionada que el creador ha elucubrado. Ésta es la base de la visión filosófica del mundo que comparten las religiones organizadas —y en concreto de sus mitos de la creación—. La existencia de la humanidad, dan por sentado, tiene una finalidad. Los individuos tienen un propósito en esta Tierra. Tanto la humanidad como los individuos cuentan con un sentido.

La palabra «sentido» puede utilizarse de otra manera, más general, que implica una forma de ver el mundo muy distinta: son los accidentes de la historia, y no los propósitos de un creador, los que generan un sentido. No hay una creación previa; en

vez de ello, existen imbricadas redes de causa y efecto material. El desarrollo de la historia sólo obedece a las leyes generales del universo. Cada acontecimiento es aleatorio pero altera la probabilidad de futuros acontecimientos. Durante la evolución orgánica, por ejemplo, el origen de un desarrollo de la selección natural hace que el origen de otros procesos sea más probable. Esta noción del sentido, en tanto que arroja luz sobre la humanidad y el resto de la vida, es como la ciencia ve el mundo.

Ya sea en el cosmos o al respecto de la condición humana, esta segunda interpretación, que abarca más, existe en la evolución de la realidad de hoy en día entre innumerables otras posibles realidades. A medida que fueron emergiendo entidades y apareciendo procesos biológicos más complejos en las eras pasadas, el comportamiento de los organismos empezó a asemejarse porque integraban el uso de un sentido intencionado: al principio, los sistemas nervioso y sensorial de los organismos multicelulares más primitivos; a continuación, un cerebro organizador; finalmente, un comportamiento que responde a determinadas intenciones. Una araña teje su tela con el propósito de cazar una mosca, sea consciente o no del resultado. Ése es el sentido de la telaraña. El cerebro humano evolucionó bajo el mismo régimen que la tela de la araña. Cualquier decisión que tome un ser humano tiene sentido en su primera acepción: la de la intencionalidad. Pero esta capacidad de decidir, y cómo y por qué empezó a existir, y las consecuencias que conllevó, conforman el sentido de la existencia humana más amplio, basado en la ciencia.

La primera de esas consecuencias es la habilidad de imaginar futuros posibles, de planificarlos y de escoger entre ellos. Cuán sabiamente utilicemos esta habilidad exclusivamente humana dependerá de cuán exactamente nos comprendamos a nosotros mismos. La pregunta que más nos interesa es cómo y por qué somos como somos para, a partir de ahí, darle un sentido a nuestras diferentes visiones del futuro.

Los progresos de la ciencia y la tecnología traerán consigo el mayor dilema moral desde que Dios frenó la mano de Abraham: cuánto modernizar el genotipo humano. ¿Debería ser mucho, un poquito, o nada en absoluto? Se nos impondrá la elección porque nuestra especie ha empezado a traspasar el umbral más importante —y sin embargo menos investigado— de la era tecnocientífica. Estamos a punto de dejar atrás la selección natural, el proceso que nos creó, y dirigir nuestra propia evolución mediante la selección volitiva: el rediseño a nuestro antojo de la biología y naturaleza humanas. La preponderancia de ciertos genes (más concretamente los alelos, variaciones en los códigos de un mismo gen) sobre otros ya no será una consecuencia de fuerzas medioambientales, muchas de las cuales escapan al control de los humanos —e incluso nos son incomprensibles—. Los genes y sus rasgos prescritos pueden ser los que queramos. Así pues, ¿qué les parecen unas vidas más largas, una memoria agrandada, una visión mejorada, una conducta menos agresiva, una superioridad atlética, un olor corporal agradable? La lista de la compra es infinita.

En el ámbito de la biología, las explicaciones de «por qué» o «cómo» son rutinarias y se plantean como causalidad «aproximativa» o «definitiva» de los

procesos vivientes. He aquí un ejemplo de la aproximativa: tenemos dos manos y diez dedos, con los cuales hacemos esto y aquello. La definitiva explicaría *por qué* tenemos, en primer lugar, dos manos y diez dedos, y por qué tendemos a utilizarlos para hacer esto y aquello y no otras cosas. La explicación aproximativa reconoce que la anatomía y las emociones están programadas para llevar a cabo determinadas actividades. La explicación definitiva responde a la pregunta ¿por qué esta programación y no otra? Para explicar la condición humana, y de esta manera darle un sentido a nuestra existencia, nos harán falta ambos niveles de explicación.

En los ensayos que siguen he abordado el segundo sentido de nuestra especie, el más amplio. La humanidad, defiendo, surgió por su cuenta a partir de una serie acumulada de acontecimientos durante la evolución. No estamos predestinados a alcanzar ninguna meta, ni tampoco podemos responsabilizarnos de cualquier poder que no sea el nuestro. Sólo la sabiduría radicada en la comprensión de nosotros mismos, y no la piedad, nos salvará. No habrá ninguna redención ni tampoco se nos concederá una segunda oportunidad desde los cielos. Éste es el único planeta que tenemos para vivir; y éste es el único enigma que debemos descifrar. Para tomar este paso en nuestro viaje —para comprender la condición humana— nos hará falta una definición de la historia mucho más amplia de la que se utiliza convencionalmente.

2
Resolver el acertijo de la especie humana

Para poder comprender la condición humana actual es necesario sumar la evolución biológica de una especie y las circunstancias que condujeron hacia su prehistoria. Este objetivo, el querer entender la humanidad, es tan importante y abrumador que no podemos dejárselo sólo a las humanidades. Sus diversas ramas, desde la filosofía y el derecho hasta la historia y las artes creativas, han descrito el ir y venir de las particularidades de la naturaleza humana en su infinidad de transformaciones, de una forma genial y entrando en mucho detalle. Pero no nos han explicado por qué poseemos esta naturaleza especial en vez de cualquier otra, de entre un amplio número de naturalezas concebibles. En este sentido, las humanidades no han podido alcanzar —ni nunca podrán— una comprensión absoluta de nuestra existencia.

Así pues, ¿qué es lo que somos? ¿Cuál puede ser nuestra mejor respuesta a esa pregunta? Encontramos la clave del gran acertijo en las circunstancias y procesos que crearon a nuestra especie. La condición humana es un fruto de la historia, no sólo de los seis milenios de civilización sino también de los centenares de milenios que los preceden. Todo ello, la evolución biológica y la cultural, debe investigarse al unísono, en conjunto, si queremos resolver el misterio en su integridad. La historia de la humanidad, si la observamos a lo largo de todo su recorrido, también se convierte en la clave para entender cómo y por qué nuestra especie surgió y sobrevivió.

La mayoría de gente prefiere ver la historia como el desarrollo de un proyecto divino cuyo creador debemos reverenciar. Pero esa interpretación tan reconfortante cada vez nos resulta menos defendible a medida que vamos ampliando nuestro conocimiento del mundo real. El saber científico en concreto, compuesto por una serie de científicos y revistas científicas, ha ido doblándose cada diez o veinte años a lo largo del último siglo. En las explicaciones tradicionales de antaño, los mitos de creación religiosos se mezclaban con las humanidades para asignarle un sentido a la existencia de nuestra especie. Ha llegado el momento de considerar qué es lo que puede aportarle la ciencia a las humanidades y qué pueden aportarle las humanidades a la ciencia en esta búsqueda común de una respuesta al gran enigma de nuestra existencia que esté fundamentada con mayor solidez que cualquier otra que la haya precedido.

En primer lugar, los biólogos han descubierto que el origen biológico del comportamiento social avanzado de los humanos no fue muy distinto a lo que estaba ocurriendo en otras áreas del reino animal. A partir de estudios comparativos entre miles de especies animales, que han abarcado desde insectos hasta mamíferos, hemos llegado a la conclusión de que las sociedades más complejas han surgido a partir de la eusocialidad, es decir, más o menos, la «verdadera» condición social. Por definición, varias generaciones de los miembros de un grupo eusocial cooperan en la crianza de

los jóvenes. También se reparten los alumbramientos; algunos miembros renuncian a su reproducción personal —o al menos parte de ella— y así se incrementa el «éxito reproductivo» (reproducción vital) de otros miembros.

Consideramos que la eusocialidad es una rareza por dos razones. Una es su extrema singularidad. De entre los centenares de miles de líneas evolutivas de animales que la Tierra ha presenciado estos últimos cuatrocientos millones de años, esta condición, por lo que sabemos, se ha dado sólo diecinueve veces, dispersa entre insectos, crustáceos marinos y roedores subterráneos. Serían veinte si incluimos a los seres humanos. Probablemente sea una estimación demasiado baja, quizás bruta, debido a un error de muestreo. No obstante, de lo que sí estamos seguros es que el número de brotes de eusocialidad fue relativamente muy pequeño.

Es más, sabemos que las especies eusociales aparecieron en una etapa muy tardía de la historia de la vida. Por lo visto, está claro que no ocurrió durante la gran diversificación paleozoica de los insectos, hace unos 350-250 millones de años, durante la cual la variedad de insectos era similar a la de hoy en día. Ni tampoco tenemos ninguna prueba que demuestre que las especies eusociales existieron durante la época mesozoica hasta que no aparecieron las primeras termitas y hormigas, hace unos 200-150 millones de años. Los humanos de nivel Homo no aparecieron hasta hace muy poco, después de que evolucionaran, durante decenas de millones de años, entre los primates del Viejo Mundo.

La conducta social avanzada propia de un nivel eusocial, una vez alcanzada, halló un gran éxito ecológico. De las diecinueve líneas independientes que se conocen entre los animales, dos de entre los insectos —las hormigas y las termitas— dominan globalmente al resto de invertebrados de la tierra. Aunque sólo representan apenas veinte mil de entre el millón de especies de insectos que conocemos, las hormigas y las termitas suman más de la mitad de la totalidad de insectos del planeta.

La historia de la eusocialidad nos plantea una pregunta: teniendo en cuenta la enorme ventaja que confiere, ¿por qué ha escaseado tanto como forma de conducta social, y por qué le costó tanto aparecer? La respuesta, por lo visto, la encontramos en la secuencia especial de cambios evolutivos preliminares que deben acontecer antes de que pueda darse el último paso hacia la eusocialidad. En todas las especies eusociales analizadas hasta el momento, el último paso antes de la eusocialidad es la construcción de un nido protegido, desde el cual se envían expediciones en busca de comida y donde los jóvenes pueden criarse hasta convertirse en adultos. Los constructores originales del nido pueden ser una hembra sola, dos individuos apareados, o un pequeño grupo débilmente organizado. Cuando se alcanza este último paso preliminar, lo único que se necesita para crear una colonia eusocial es que los padres y sus retoños permanezcan en el nido y colaboren en la crianza de generaciones adicionales de jóvenes. Estos grupos primitivos, a continuación, se dividen fácilmente entre exploradores, proclives al riesgo, y padres y cuidadores, reacios al riesgo.

¿Qué llevó a una única línea de primates al nivel excepcional de la eusocialidad? Los paleontólogos han descubierto que las circunstancias fueron humildes. Hace aproximadamente dos millones de años, en África, una especie de los australopitecinos —que eran fundamentalmente vegetarianos— empezó a modificar su dieta, evidentemente, y a depender mucho más de la carne. Considerando que esa fuente de comida era mucho más enérgica y estaba más desperdigada, no les salía a cuenta deambular en grupos poco organizados de adultos y jóvenes, como todavía hacen los chimpancés y bonobos a día de hoy. Resultaba mucho más efectivo instalarse en un campamento (es decir, en un nido) y enviar cazadores-recolectores que pudieran traer carne a casa, cazada o recogida, para compartirla con los otros. A cambio, esos cazadores recibían la protección del campamento y de sus propios retoños, que permanecían dentro.

Los psicólogos sociales, basándose en estudios sobre los humanos modernos, entre ellos los cazadores-recolectores, cuyas vidas tanto nos enseñan sobre los orígenes humanos, han logrado deducir el crecimiento mental que se inició con la caza y los campamentos. Las relaciones personales se primaban, con tal de alentar tanto la competencia como la cooperación entre los miembros. Era un proceso incesantemente dinámico, exigente y muchísimo más intenso que lo experimentado por los grupos errantes y poco organizados de la mayoría de sociedades animales. Requería una memoria lo suficientemente buena como para poder evaluar las intenciones de los otros miembros, así también como para predecir sus respuestas de un momento a otro, y, lo más importante, exigía la capacidad de inventar y ensayar —para los adentros— diferentes posibilidades de futuras interacciones.

La inteligencia social de los prehumanos radicados en los campamentos se desarrolló como una especie de partida constante de ajedrez. Hoy en día, al final de este recorrido evolutivo, nuestros inmensos bancos de memoria se activan sin problema para juntar pasado, presente y futuro. Nos permiten evaluar las posibilidades y consecuencias de las alianzas, los vínculos emocionales, el contacto sexual, las rivalidades, el dominio, el engaño, la lealtad y la traición. Nos deleitamos, por instinto, contando innumerables historias sobre los otros, que seleccionamos como actores y colocamos en el escenario de nuestro propio teatro interior. Lo mejor de estos procesos queda expresado en las artes creativas, la teoría política, y otras actividades de nivel más elevado que hemos acabado llamando humanidades.

La parte definitiva del largo mito de creación empezó evidentemente con el *Homo habilis* primitivo (o una especie muy cercana a ésa) hace dos millones de años. Antes de los *Homo habilis*, los prehumanos eran como animales. Mayormente vegetarianos, tenían cuerpos parecidos a los de los humanos, pero su capacidad craneal seguía siendo del tamaño de un chimpancé, de unos 600 centímetros cúbicos (o menos). A partir del período habilis esa capacidad creció rápidamente, hasta llegar a los 680cc del *Homo habilis*, a los 900cc del *Homo erectus*, y a unos 1.400cc con el *Homo sapiens*. La expansión del cerebro humano fue, en la historia de la vida, uno de los

incidentes más rápidos de evolución compleja de tejido.

No obstante, reconocer la excepcional agrupación de los primates cooperativos no nos basta para justificar todo el potencial de los humanos modernos de gran capacidad cerebral. Los biólogos evolucionistas también han buscado la clave de la evolución social avanzada, la combinación de fuerzas y circunstancias ambientales que confirieron más longevidad y una reproducción más exitosa a aquellos que poseyeran una gran inteligencia social. Hay dos teorías rivales que pretenden explicar el porqué. La primera presenta una selección de parentesco: los individuos prefieren a sus familiares colaterales (parientes más allá de los retoños), y eso hace que el altruismo pueda evolucionar más fácilmente entre miembros de un mismo grupo. Podrá desarrollarse una conducta emocional compleja cuando los miembros del grupo obtengan individualmente más beneficios —cuantificados en número de genes transmitidos a la siguiente generación— que pérdidas de su altruismo, cuyo promedio se determina en base a su comportamiento hacia todos los miembros del grupo. Cómo eso afecta la supervivencia y la reproducción del individuo es lo que llamamos el fitness inclusivo; así pues, la explicación de la evolución provocada por esos factores es la teoría del fitness inclusivo.

En la segunda teoría, más discutida recientemente (dejémoslo claro: soy uno de los autores de la versión moderna), la clave es la selección multinivel. Esta formulación reconoce que la selección natural existe en dos niveles: la selección individual, radicada en la competencia y la cooperación entre los miembros de un mismo grupo; y la selección grupal, que emerge de la competencia y la cooperación entre grupos. La selección grupal puede darse como consecuencia de un conflicto violento o debido a la rivalidad entre grupos en la búsqueda y recolección de nuevos recursos. Los biólogos evolutivos cada vez prefieren más la selección multinivel porque pruebas matemáticas recientes demuestran que la selección de parentesco sólo puede darse bajo condiciones específicas poco posibles, o directamente imposibles. Además, la selección multinivel cuadra con todos los casos reales de evolución eusocial animal que se conocen, mientras que la selección de parentesco, aunque sea hipotéticamente plausible, no encaja tan bien —o, de hecho, no encaja para nada—. Hablaré de este importante tema con más detalle más adelante, en el capítulo 6.

Los papeles que juegan tanto la selección individual como la grupal quedan claros en los detalles de la conducta social humana. La gente está muy interesada en las minucias de comportamiento de aquellos que los rodean. Los cotilleos son un tema de conversación vigente en todos lados, ya sean campamentos de cazadores-recolectores o cortes reales. La mente es un calidoscopio en constante mutación: un mapa compuesto por algunas otras personas que están dentro del grupo y unas pocas que se encuentran fuera, cada una de las cuales valoramos emocionalmente en distintos grados de confianza, amor, odio, sospecha, admiración, envidia y sociabilidad. Nos vemos empujados, de manera compulsiva, a pertenecer a grupos o a crearlos cuando se necesitan; grupos que se anidan, solapan o separan de formas diversas, además de

oscilar entre muy grandes y muy pequeños. Casi todos los grupos compiten con otros grupos similares de alguna manera u otra. Aunque lo expresemos con delicadeza y en tono desinteresado, tendemos a considerar que nuestro propio grupo es superior, y construimos nuestras identidades personales como integrantes de ese grupo. La existencia de la rivalidad, incluyendo el conflicto militar, ha sido un sello distintivo de todas las sociedades humanas desde la prehistoria, como nos demuestra la evidencia arqueológica.

Se están haciendo patentes las principales características de los orígenes biológicos del *Homo sapiens*, y este esclarecimiento posibilita un contacto más provechoso entre la ciencia y las humanidades. La convergencia de estas dos grandes ramas del conocimiento será de una crucial importancia cuando más gente haya sopesado bien su potencial. En lo referente a la ciencia, la genética, así como las ciencias cognitivas, la biología evolutiva y la paleontología, todas se verán con nuevos ojos. A los estudiantes se les enseñará la prehistoria, además de la historia convencional; se expondrá, en conjunto, como la mayor epopeya del mundo viviente.

Una vez logremos una mejor armonía entre la humildad y el orgullo también examinaremos más detenidamente qué lugar ocupamos en la naturaleza. Nos alzamos, eminentes, como el ente pensante de la biosfera sin apenas dudarlo; nuestros espíritus tienen la capacidad excepcional de asombrar y de llevar a cabo esfuerzos de imaginación de lo más vertiginoso. Pero seguimos formando parte de la flora y la fauna de la Tierra: la emoción, la psicología y por último, si bien no menos importante, una profunda historia, nos sujetan a ella. Es un disparate pensar que este planeta podría ser una estación de paso hacia un mundo mejor. Igualmente, la Tierra no sería sostenible si se convirtiera literalmente en una nave espacial diseñada por los humanos.

La existencia humana quizás sea más sencilla de lo que pensábamos. No estamos predestinados a nada, y la vida no es un misterio indescifrable. Los demonios y los dioses no luchan por nuestra lealtad. En vez de ello, somos artífices de nuestro éxito, independientes, frágiles y estamos solos; somos una especie biológica que se ha amoldado a un mundo biológico. Nuestra supervivencia a largo plazo radica en que nos comprendamos a nosotros mismos con inteligencia; y en que logremos una independencia de pensamiento más significativa de la que se tolera hoy en día incluso en nuestras sociedades democráticas más avanzadas.

3
La evolución y nuestro conflicto interior

Los seres humanos ¿somos fundamentalmente buenos pero estamos sujetos a la corrupción de las fuerzas del mal o, al contrario, somos en esencia pecadores pero susceptibles a ser redimidos por las fuerzas del bien? ¿Estamos hechos para ceder nuestras vidas a un grupo, incluso bajo riesgo de muerte, o al contrario, para anteponernos a nosotros y a nuestras familias por encima de todo? Las pruebas científicas, muchas de las cuales se han obtenido estos últimos veinte años, parecen indicar que somos ambas cosas a la vez. Todos lidiamos con una disputa interior. ¿Jugamos en equipo o somos unos soplones? ¿Nos decantamos por las donaciones benéficas o por los certificados de depósito personales? ¿Admitimos o negamos una infracción de tráfico? No puedo seguir hablando de este tema sin antes admitir que tengo sentimientos encontrados al respecto. Cuando Carl Sagan ganó el premio Pulitzer de no ficción en 1978, lo deseché como si se tratara de un logro menor para un científico, algo que apenas era digno de mención. Cuando gané ese mismo galardón el año siguiente, se convirtió como por arte de magia en un premio literario importantísimo que los científicos deberían tener especialmente en cuenta.

Todos somos quimeras genéticas, a la vez santos y pecadores, abanderados de la verdad e hipócritas, y no porque la humanidad haya sido incapaz de alcanzar un ideal religioso o ideológico predeterminado, sino como consecuencia del desarrollo de nuestra especie a lo largo de millones de años de evolución biológica.

No quiero que se me malinterprete: no estoy insinuando que nos guiamos por el instinto de la misma forma que los animales. Sin embargo, si queremos comprender la condición humana debemos aceptar que poseemos instintos, y lo más sensato es tomar en consideración nuestros antepasados lejanos —cuanto más remotos mejor, y con el máximo detalle posible—. La historia por sí sola no puede lograr este nivel de comprensión. Sólo llega hasta los albores de la alfabetización, donde cede la reconstrucción al trabajo de investigación de la arqueología. Cuando llegamos a tiempos más remotos e inescrutables, la exploración se convierte en paleontología. Si la historia quiere trazar el verdadero relato de la humanidad, deberá englobar lo biológico y lo cultural.

Dentro de la misma biología, la clave del enigma es la fuerza que hizo evolucionar el comportamiento social, que pasó de un nivel prehumano al humano. La explicación más eminente es la selección multinivel, según la cual la conducta social hereditaria mejora la capacidad competitiva no sólo de los individuos dentro de un grupo sino también de los grupos en su conjunto.

Hay que tener en cuenta que durante el proceso de evolución orgánica la unidad de selección natural no es el organismo individual ni tampoco el grupo, algo que algunos escritores divulgativos han tergiversado. Es el gen (más en concreto los

alelos, esto es, las formas alternativas que puede tener un gen). El blanco de la selección natural es el rasgo que prescribe el gen. El rasgo puede ser de carácter individual y ser objeto de disputa entre individuos dentro o fuera del grupo. O puede ser socialmente interactivo, en sintonía con los otros miembros del grupo (mediante comunicación o cooperación), y ser objeto de disputa entre grupos. Un grupo compuesto por individuos poco cooperativos que apenas se comunican tendrá las de perder ante rivales mejor organizados. Los genes de los perdedores disminuirán de generación a generación. En el reino animal, las consecuencias de la selección grupal pueden observarse claramente en los sistemas de casta de diseño exquisito de las hormigas, termitas y otros insectos sociales, pero también se hacen patentes en las sociedades humanas. El concepto de una selección entre-grupos que coexiste simultáneamente junto con una selección entre-individuos no es algo nuevo. Charles Darwin dedujo correctamente su función, primero en los insectos y luego en los seres humanos, en *El origen de las especies* y *El origen del hombre*, respectivamente.

Estoy convencido, después de años de investigación, de que la selección multinivel, en la cual la competición entre grupos juega un importante papel, ha sido una enorme influencia en la construcción de conductas sociales avanzadas, incluidas las de los humanos. De hecho, está bastante claro que los frutos evolutivos de las conductas seleccionadas en grupo los tenemos tan inculcados, son una parte tan importante de la condición humana contemporánea, que somos propensos a considerarlos elementos fijos de la naturaleza, como el aire y el agua. Más bien al contrario: son rasgos idiosincrásicos de nuestra especie. Entre ellos encontramos la curiosidad intensa, incluso obsesiva, que siente la gente por los otros, ya presente en los primeros días de la existencia humana, cuando los bebés captan los olores y los sonidos de los adultos que los rodean. Los psicólogos investigadores han descubierto que todos los humanos normales son unos genios a la hora de interpretar las acciones de los otros; gracias a ello evalúan, difunden, intiman, cooperan, cotillean y controlan. Toda persona, circulando por su red social, repasa experiencias pasadas casi continuamente y visualiza, al mismo tiempo, las consecuencias de acontecimientos futuros. Este tipo de inteligencia social la encontramos en muchos animales sociales, y alcanza su máximo esplendor en los chimpancés y los bonobos, nuestros primos evolutivos más cercanos.

Un segundo rasgo hereditario propio de la conducta humana es el abrumador deseo instintivo de pertenecer a un grupo ya de entrada, algo que tenemos en común con la mayoría de animales sociales. El aislamiento forzado es casi una tortura, y puede inducir a la locura. La pertenencia de una persona a su grupo —su tribu— define gran parte de su identidad. También le concede, hasta cierto punto, un complejo de superioridad. Un grupo de psicólogos dividió un conjunto de voluntarios en equipos de forma aleatoria para que se enfrentaran en una serie de juegos sencillos; los voluntarios no tardaron en opinar que los miembros de los otros equipos eran menos competentes y de poco fiar, incluso a sabiendas que los habían repartido

al azar.

En igualdad de condiciones (por suerte raramente se da igualdad de condiciones, no exactamente), las personas prefieren estar con gente de aspecto parecido al suyo, gente que habla el mismo dialecto y con quien comparten creencias. La amplificación de esta tendencia obviamente innata puede desembocar con una facilidad aterradora en racismo e intolerancia religiosa. Entonces, también con una facilidad aterradora, la gente buena puede actuar con maldad. Es algo que conozco bien, ya que me crié en el sur profundo de la América de los años 1930 y 1940.

La condición humana es tan peculiar y apareció tan entrada la historia de la vida en la Tierra que podríamos plantearnos la influencia de un creador divino. Sin embargo, como ya he enfatizado, en un sentido crítico la proeza humana no fue para nada algo excepcional. Los biólogos han identificado en la fauna del mundo moderno, de momento, veinte líneas evolutivas que han logrado una vida social avanzada basándose hasta cierto punto en la división altruista del trabajo. La mayoría florecieron entre los insectos. Varias se originaron independientemente en gambas marinas, y tres aparecieron entre los mamíferos —en concreto, dos especies de topos africanos, y nosotros—. Todos alcanzaron este nivel a través de la misma puerta angosta: individuos solitarios, parejas apareadas o pequeños grupos de individuos que construyeron nidos. Salían al exterior en búsqueda de comida para criar a sus retoños, que maduraban progresivamente.

Hace unos tres millones de años los ancestros del *Homo sapiens* eran principalmente vegetarianos. Lo más probable es que deambularan en grupos de un lado para otro en busca de frutas, tubérculos y otros tipos de verduras. Sus cerebros eran sólo un poco mayores que los de los chimpancés modernos. Hace no más de medio millón de años, sin embargo, los grupos de la especie ancestral *Homo erectus* ya levantaban campamentos con hogueras controladas —el equivalente a los nidos— desde los cuales salían a recolectar comida, incluyendo una ración importante de carne. El tamaño de su cerebro había crecido hasta alcanzar un tamaño medio, entre el de un chimpancé y el del *Homo sapiens* moderno. Esta tendencia empezó, al parecer, uno o dos millones de años antes, cuando el *Homo habilis*, un ancestro prehumano más remoto, adoptó una dieta más basada en la carne. Con los grupos apiñados en un mismo campamento, y con la ventaja añadida de la construcción del nido entre varios y la caza en equipo, se desarrolló la inteligencia social, junto a los centros de memoria y raciocinio en la corteza prefrontal.

Probablemente, llegados a este punto, durante el período *habilis*, estalló una disputa entre la selección a nivel individual (individuos compitiendo con otros individuos dentro de un mismo grupo), por un lado, y la selección a nivel grupal (competición entre grupos), por el otro. Esta última fuerza fomentó el altruismo y la cooperación entre los miembros del grupo. Dio lugar a una moral grupal innata y a un sentido de la conciencia y el honor. El conflicto entre ambas fuerzas puede resumirse de la siguiente manera: dentro de un grupo, los individuos egoístas se imponían sobre

los altruistas; pero los grupos formados por altruistas se imponían sobre aquellos compuestos por egoístas. Es decir, aunque corramos el riesgo de simplificar demasiado, la selección individual fomentaba el pecado, mientras que la selección grupal fomentaba la virtud.

Así pues, la selección multinivel de la prehistoria sentencia a los humanos a un conflicto eterno. Oscilan inestables, en constante cambio, entre las dos fuerzas extremas que los crearon. Es poco probable que nos rindamos completamente ante alguna de las dos fuerzas y la proclamemos como la solución ideal a nuestro caos sociopolítico. Si nos entregáramos completamente a las ansias instintivas derivadas de la selección individual acabaríamos desintegrando la sociedad. Y en el otro extremo, si nos resignáramos a las ansias de la selección grupal nos convertiríamos en robots angelicales —una versión gigantesca de las hormigas—.

El conflicto eterno no es una prueba a la cual nos somete Dios. No es una maquinación de Satanás. Sencillamente, así es como se resolvieron las cosas. Puede que el conflicto sea la única manera a través de la cual pueda evolucionar la organización social y la inteligencia humana. Tarde o temprano daremos con la clave para convivir con este caos congénito, y quizás nos deleitará observarlo como la principal fuente de nuestra creatividad.

SEGUNDA PARTE

La unidad del conocimiento

Aunque la ciencia y las humanidades, las dos grandes ramas del conocimiento, describen nuestra especie de maneras radicalmente distintas, ambas surgen del mismo manantial de pensamiento creativo.

4
La Nueva Ilustración

Hasta ahora hemos explorado los orígenes biológicos de la naturaleza humana y, a partir de esa información, la idea de que gran parte de la creatividad humana es fruto del conflicto entre la dimensión individual y la grupal de la selección natural, el cual es tan inevitable como necesario. La unidad implícita en esta explicación nos encamina hacia el siguiente tramo del viaje que propongo. Hacia la idea de que la ciencia y las humanidades comparten una misma base; y en particular, de que las leyes físicas de causa y efecto son de algún modo capaces, a la larga, de justificar ambas. Probablemente al lector le sonará esta proposición. La cultura occidental ya la abrazó en su momento. Recibió el nombre de Ilustración.

Durante los siglos XVII y XVIII, los principios de la Ilustración rigieron el mundo intelectual de Occidente. En aquel entonces fue todo un bombazo; muchos eran de la opinión de que quizás acabaría siendo el destino de la especie humana. Los eruditos parecían ir bien encaminados a la hora de interpretar tanto el universo como el sentido de la humanidad según las leyes de la ciencia, por entonces llamada filosofía natural. Las grandes ramas del conocimiento, creían los eruditos de la Ilustración, pueden unificarse en una red continua de causa y efecto. Así pues, si lo basamos sólo en la realidad y la razón, y lo despojamos de toda superstición, podemos reunir todo el conocimiento para constituir lo que Francis Bacon, el precursor de la Ilustración más significativo, llamó en 1620 «el imperio del hombre».

La Ilustración se basaba en la idea de que los seres humanos pueden conocer por sí solos todo lo que hace falta conocer; y que en base a este conocimiento pueden comprender; y que a partir de esa comprensión pueden gozar de la capacidad de decidir más sabiamente que nunca.

A principios del siglo XIX, sin embargo, el sueño flaqueó y el imperio de Bacon se replegó. Hubo dos razones. En primer lugar porque los científicos, aunque estuvieran descubriendo cosas a un ritmo exponencial, estaban muy lejos de cumplir las expectativas de los pensadores de la Ilustración más optimistas. En segundo lugar, porque esta insuficiencia permitió a los fundadores de la tradición literaria romántica, entre los que encontramos algunos de los poetas más grandes de todos los tiempos, rechazar las suposiciones de la escuela ilustrada de ver el mundo y buscar el sentido en otros sitios más privados. La ciencia era totalmente incapaz, y siempre lo sería, de igualar lo que la gente siente y expresa con profundidad únicamente a través de las artes creativas. Depender del conocimiento científico, según la opinión de muchos —y es algo que sus sucesores contemporáneos siguen creyendo—, empobrecía el potencial humano.

Durante los dos siglos posteriores y hasta día de hoy, la ciencia y las humanidades fueron cada una por su camino. Por supuesto, hay físicos que disfrutan tocando en

cuartetos de cuerda, y hay novelistas cuyos libros aplauden las maravillas que descubre la ciencia. Pero la mayoría de la gente consideraba que las dos culturas —nombre que recibieron a mediados del siglo XX— estaban separadas entre sí por un abismo permanente integrado en la mente, quizás inherente a la misma naturaleza de la existencia.

En cualquier caso, durante el largo eclipse de la Ilustración simplemente no se consideró la posibilidad de una unificación en ningún momento. Para poder acomodar la imparable afluencia de información, las disciplinas científicas estaban fragmentándose en especialidades a un ritmo casi bacteriano —cada vez más y más rápido—. Las artes creativas, por su parte, continuaron floreciendo con brillantes e idiosincrásicas expresiones de la imaginación humana. Había pocas ganas de reemprender lo que se percibía como una búsqueda filosófica anticuada y vana. Pero en ningún momento se demostró que la Ilustración fuera algo imposible. No había muerto. Simplemente se había estancado.

¿Merece la pena reemprender esa mentalidad hoy en día y existe alguna posibilidad de tener éxito? Sí, porque a día de hoy sabemos lo suficiente como para que sea más asequible que en su primera floración. Y sí, porque las soluciones a muchos de los problemas de la vida moderna dependen de la resolución del choque entre religiones, las ambigüedades del razonamiento moral, los cimientos inadecuados de la ecología, y (ésta es la buena) el mismísimo sentido de la humanidad.

El estudio de la relación entre la ciencia y las humanidades debería estar en el centro de la educación liberal de cualquier sitio, ya sean facultades de ciencias o de humanidades. No será tarea fácil, desde luego. Entre los feudos de la academia y el peritaje existen una enorme variedad de ideologías y procedimientos aceptables. La vida intelectual de Occidente está subyugada a eruditos duros de pelar. Por ejemplo, en la Universidad de Harvard, donde di clases durante cuatro décadas, el principal criterio a la hora de escoger nuevos profesores era la preeminencia o la promesa de preeminencia en una especialidad. Primero, las deliberaciones de los comités de búsqueda a nivel departamental; luego, las recomendaciones al decano de la facultad de artes y ciencias; finalmente, la decisión final a manos del presidente de Harvard. Junto a una comisión ad hoc compuesta de personas de dentro y fuera de la universidad, se encargaba de responder a la pregunta fundamental: «el candidato ¿es el mejor del mundo en esta área de investigación?» En lo referente a la enseñanza, el interrogante era casi siempre un despreocupado «¿el candidato es apropiado?» Por lo general la filosofía rectora suponía que la congregación de un número suficiente de expertos de primera clase forjaría, de algún modo, un superorganismo intelectual que sería atractivo para estudiantes e inversores por igual.

Las fases tempranas del pensamiento creativo, las que son importantes, no surgen de puzzles de especialización. Los científicos más competentes son aquellos que piensan como poetas —de vasto alcance, a veces fantasiosamente— y trabajan como

contables. Este segundo papel es el que el mundo percibe. Cuando escribe un artículo para una revista especializada o cuando habla en una conferencia ante otros investigadores, el científico evita las metáforas. Siempre se esmera por evitar que lo tilden de retórico o poético. Quizás pueda utilizar unas escasas palabras de doble sentido en los párrafos de introducción y en la discusión subsiguiente a la presentación de los datos, si su función es aclarar el significado de un concepto técnico, pero nunca se emplean con el objetivo principal de despertar emociones. El lenguaje del autor debe responder en todo momento a una lógica basada en datos demostrables, y obedecerla.

Lo que sucede con la poesía y otras artes creativas es justo lo contrario. Ahí la metáfora lo es todo. El artista —escritor, compositor, pintor o escultor— expresa, a menudo indirectamente sirviéndose de la abstracción o la distorsión intencionada, sus propias percepciones y los sentimientos que pretende evocar —sobre algo, sobre lo que sea, real o imaginario—. Quiere presentar, de una forma original, alguna verdad u otra sobre la experiencia humana. Intenta transmitir lo que ha creado directamente por el canal de la experiencia humana, de su mente a tu mente. Su obra se valora en base al poder y la belleza de sus metáforas. Obedece a una máxima atribuida a Picasso: el arte es la mentira que nos muestra la verdad.

Brutalmente inquisitivas, y a veces verdaderamente estremecedoras, las artes creativas y gran parte de los estudios humanísticos que las investigan son, sin embargo, en un sentido importante, más de lo mismo: los mismos temas, los mismos arquetipos, las mismas emociones. A los lectores nos da igual. Somos adictos al antropocentrismo, víctimas de una fascinación sin fin por nosotros mismos y aquellos que se nos asemejan. Incluso los más cultos viven en una dieta *ad libitum* de novelas, películas, conciertos, eventos deportivos y cotilleos, todos pensados para despertar una o más emociones del espectro relativamente pequeño del que goza el *Homo Sapiens*. Nuestras fábulas protagonizadas por animales tratan con emociones y comportamientos similares a los de los humanos, que conocemos a partir de manidos libros sobre la naturaleza humana. Utilizamos entrañables caricaturas de animales, incluso de tigres y otros depredadores feroces, para enseñarles a los niños cómo es la naturaleza humana.

Somos una especie cuya curiosidad es insaciable: siempre y cuando gire entorno a nosotros mismos y la gente que conocemos o que nos gustaría conocer. Esa actitud ya la adoptaban nuestros ancestros más remotos; la encontramos en otros puntos de nuestra evolución, en el árbol genealógico de los simios. Se ha demostrado, por ejemplo, que los monos se fijan antes en otros monos que en diversos tipos de objetos.

El propósito del antropocentrismo —la fascinación por nosotros mismos— es afilar la inteligencia social. Los seres humanos, de entre todas las especies del planeta Tierra, somos los amos y señores de esta habilidad. Apareció dramáticamente, en sintonía con la evolución de la corteza cerebral durante la escisión del *Homo sapiens*

de los australopitecos africanos. Los cotilleos, el culto a los famosos, las biografías, las novelas, las historias de guerra y los deportes constituyen la cultura moderna porque el interés intenso, incluso obsesivo, en los otros siempre ha mejorado la supervivencia de los individuos y los grupos. Nos volcamos a las historias porque así es como funciona la mente: un merodeo interminable a través de situaciones pasadas y situaciones futuras alternativas.

Si los dioses de la antigua tradición griega estuvieran observándonos, identificarían el error humano de la misma manera que nosotros lo hacemos en las comedias y las tragedias, pero quizás también sentirían empatía al constatar los defectos y flaquezas que la necesidad darwiniana nos ha impuesto. Los dioses y sus títeres humanos pueden compararse a cómo la gente observa jugar a los gatitos. Estos aprenden tres maniobras básicas que configuran su futuro como depredadores: acechan y se abalanzan sobre un cordel que se arrastra, método para cazar ratones; brincan hacia arriba y atrapan el cordel juntando las patas, para los pájaros; y escarban el cordel en el suelo, para peces o presas pequeñas a sus pies. A nosotros nos parece gracioso, pero para ellos es vital: están refinando sus técnicas de supervivencia.

La ciencia desarrolla hipótesis competitivas basándose en evidencias parciales y recurriendo a la imaginación, y las pone a prueba con el objetivo de generar conocimiento sobre el mundo real. Está comprometida al cien por cien con la realidad sin someterse a religiones o ideologías. Nos guía a través del pantano febril de la existencia humana.

Sin duda, el lector habrá oído hablar de estos atributos. Pero la ciencia posee otras cualidades que la diferencian de las humanidades. La más importante de ellas es la noción del continuo. La idea de que los sujetos y los procesos varían en una, dos o más dimensiones es tan común en gran parte de la física y la química que no requiere especial mención. Entre los continuos encontramos gradientes tan comunes como la temperatura, la velocidad, la masa, la longitud de onda, el espín de las partículas subatómicas, el pH y los análogos moleculares de carbono. Resultan menos evidentes en la biología molecular, donde sólo un puñado de variaciones básicas en la estructura nos sirve para explicar la función y reproducción de las células. Reaparecen con fuerza en la biología y ecología evolutivas, que abordan las diferentes adaptaciones de millones de especies a sus entornos respectivos. Y han regresado con incluso más estilo y dramatismo en el estudio científico de los planetas extrasolares.

Antes de que el telescopio espacial Kepler dejara de funcionar tras perder dos de sus giroscopios, había descubierto unos novecientos planetas de ese tipo. Las imágenes obtenidas por el Kepler resultaban sensacionales, incluso para nuestra generación —consideramos rutinarios los vuelos de reconocimiento sobre otros planetas del sistema solar y los aterrizajes suaves en sus superficies—. También son increíblemente importantes, comparables al primer atisbo de un marinero de la costa

de un nuevo continente, y un grito de «¡tierra a la vista!» donde podría no haber ninguna. Aproximadamente, cien mil millones de sistemas estelares constituyen la galaxia de la Vía Láctea, y los astrónomos creen que en todos ellos orbita una media de por lo menos un planeta. Es probable que un número pequeño pero considerable de esos planetas albergue seres vivos —aunque los organismos sólo sean microbios que viven bajo condiciones extremadamente hostiles—.

Los exoplanetas (planetas de otros sistemas estelares) de la galaxia forman un continuo. Recientemente, los astrónomos han descubierto o por lo menos deducido un bestiario de exoplanetas variadísimo que nunca antes nos hubiéramos imaginado. Existen planetas gaseosos parecidos a Júpiter y Saturno, algunos de dimensiones mucho mayores. Hay planetas rocosos pequeños como el nuestro, pequeñas motas que orbitan a la distancia adecuada de la estrella madre para poder sustentar vida, fundamentalmente distintos a otros planetas rocosos situados a otras distancias (al igual que Mercurio y Venus están mortalmente cerca del sol y el planetoide Plutón mortalmente lejos). Existen planetas que no giran, planetas que a ratos circulan cerca de su estrella madre y a ratos lejos, siguiendo órbitas elípticas. Probablemente existan planetas solitarios que, desvinculados de la fuerza gravitatoria de sus estrellas madre, vayan a la deriva por el espacio exterior, huérfanos. Algunos de los exoplanetas cuentan con un séquito de una o más lunas. Aparte de una variación considerable y continua de tamaño, ubicación y órbita, hay gradientes comparables en la composición química del cuerpo y atmósfera de los planetas y sus lunas, que se derivan de las particularidades de sus orígenes.

A los astrónomos, que aparte de científicos son, al fin y al cabo, seres humanos normales, les asombran tanto como al resto de nosotros estos descubrimientos. Los hallazgos confirman que la Tierra no es el centro del universo, algo que sabemos desde Copérnico y Galileo, pero nos ha sido difícil imaginar cuán lejos del centro está. La brizna diminuta que llamamos hogar es proporcionalmente poco más que eso: una mota de polvo situada cerca de los márgenes de nuestra galaxia, otra más de entre unos cien mil millones o más de galaxias en el universo. Sólo ocupa una posición en un continuo de planetas, lunas, y otros cuerpos celestes planetoides que justo ahora estamos empezando a entender. Hablar modestamente de nuestro estatus en el cosmos sería lo más apropiado. Le propongo al lector una metáfora. En relación al universo, la Tierra no es más que el segundo segmento de la antena izquierda de un pulgón que se ha posado un rato en un pétalo de flor en un jardín de Teaneck, Nueva Jersey, esta misma tarde.

Ya que hemos evocado fugazmente la botánica y la entomología, es oportuno que nos centremos en otro continuo: la diversidad de la vida en la biosfera terrestre. Ahora mismo (en 2013) hemos identificado unas 273.000 especies de plantas en la flora viviente de la Tierra, un número que se espera que suba hasta 300.000 cuando más expediciones hayan salido al campo a investigar. El número total de especies de organismos identificadas en la Tierra —plantas, animales, hongos y microbios—

ronda los dos millones. Estimamos que el número real —sumando lo que conocemos y lo que desconocemos— sea el triple de esa cantidad, o incluso más. Cada año se descubren por primera vez unas 20.000 especies. La tasa desde luego crecerá a medida que vayamos conociendo mejor la pluralidad de bosques tropicales, arrecifes de coral, montañas submarinas y crestas y cañones ubicados en el suelo marino que hasta ahora apenas hemos explorado. El descubrimiento de especies se acelerará incluso más cuando exploremos el mundo microbiano, ese gran desconocido, ahora que la tecnología necesaria para analizar organismos extremadamente pequeños es asequible. Saldrán a relucir extrañas bacterias, eones arcaicos, virus y picozoas que por ahora se pasean desapercibidos por la superficie del planeta.

A medida que crece el censo de especies, se están clasificando otros continuos de biodiversidad. Entre ellos encontramos la biología singular de cada especie viva y los procesos largos y sinuosos que la crearon. Parte del resultado es el gradiente del tamaño a través de una docena de órdenes de magnitud. Comprende desde la ballena azul y el elefante africano hasta bacterias fotosintéticas superabundantes y picozoas marinos carroñeros; estos últimos son tan diminutos que no pueden examinarse utilizando un microscopio ordinario.

De todos los continuos que la ciencia ha cartografiado, el más relevante para las humanidades son los sentidos, que en nuestra especie son muy escasos. En el *Homo Sapiens*, la vista se basa en una porción de energía casi infinitesimal: entre cuatrocientos y setecientos nanómetros del espectro electromagnético. El resto del espectro, que completa el universo, comprende desde rayos gamma un trillón de veces más cortos que el segmento visual humano hasta ondas de radio un trillón de veces más largas. Los animales cuentan con sus propias porciones de continuos. Por debajo de cuatrocientos nanómetros, por ejemplo, las mariposas localizan polen y néctar en las flores, siguiendo patrones de luz ultravioleta que rebotan en los pétalos —patrones y colores que los humanos somos incapaces de ver—. Donde nosotros vemos una flor amarilla o roja, los insectos ven un despliegue de manchas y círculos concéntricos sumidos en la luz o en la oscuridad.

La gente cree instintivamente que puede oír casi todos los sonidos. Sin embargo, nuestra especie está programada para detectar únicamente entre 20.000 y 25.000 Hz (ciclos de aire comprimido por segundo). Por encima de esa gama, los murciélagos lanzan pulsaciones al aire nocturno y se sirven de los ecos para esquivar obstáculos y cazar polillas y otros insectos en pleno vuelo. Por debajo de la gama humana, los elefantes murmullan mensajes complejos, comunicándose con los otros miembros de su manada. Nos paseamos por la naturaleza como lo haría un sordo por las calles de Nueva York: percibimos sólo unas pocas vibraciones y no somos capaces de interpretar casi nada.

Los seres humanos tenemos uno de los olfatos más pobres de toda la población de organismos terráqueos. Es tan débil que nuestro vocabulario para expresarlo es minúsculo; dependemos en gran medida de símiles como «parecido al limón»,

«ácido» o «fétido». En comparación, la supervivencia de la gran mayoría de organismos, desde las bacterias hasta las serpientes y los lobos, depende del olor y del gusto. Para movernos por el mundo olfativo necesitamos perros que hemos adiestrado sofisticadamente, los cuales siguen la pista de personas individuales y detectan los rastros más leves de explosivos y otros productos químicos peligrosos.

Sin la ayuda de herramientas nuestra especie es prácticamente inconsciente de otros tipos de estímulos. Sólo detectamos la electricidad a partir de un hormigueo, una descarga o un destello de luz. En cambio, hay una serie de animales de agua dulce —anguilas, siluros y peces elefante— que, confinados en aguas turbias y privados de vista, viven en un mundo galvánico. Generan campos cargados alrededor de sus cuerpos utilizando un tejido del músculo torácico que la evolución ha convertido en baterías orgánicas. Sirviéndose de sombras eléctricas, los peces esquivan los obstáculos de su alrededor, localizan presas y se comunican con otros de la misma especie. El campo magnético de la Tierra, que algunas aves migratorias utilizan para guiarse en sus viajes de larga distancia, es otra parte del medio ambiente que está fuera del alcance de los humanos.

El estudio de los continuos permite a los científicos medir las dimensiones del cosmos real, sirviéndose de infinitas gamas de tamaño, distancia y cantidad, en las cuales existimos junto a nuestro pequeño planeta. El empuje científico sugiere dónde buscar fenómenos previamente inesperados, y cómo percibir la totalidad de la realidad mediante una red mensurable de explicaciones de causa-efecto. Tras conocer la ubicación de cada fenómeno en los continuos relevantes —estos continuos relevantes son, por decirlo de otra forma, la variable de cada sistema— hemos descubierto la composición química de la superficie de Marte; sabemos aproximadamente cómo y cuándo emergieron de las aguas y se asentaron en la tierra los primeros tetrápodos; podemos predecir condiciones en lo infinitesimal y lo casi infinito gracias a la teoría de la gran unificación; y podemos constatar cómo fluye la sangre y cómo se iluminan las células nerviosas cuando el cerebro piensa conscientemente. Llegará un momento, probablemente en algunas décadas, en el cual podremos explicar la materia oscura del universo, el origen de la vida en la Tierra, y la base física de la conciencia humana en los cambios de humor y opinión. Lo invisible se ve, lo extremadamente pequeño se pesa.

Y entonces, ¿qué tiene que ver este explosivo desarrollo del pensamiento científico con las humanidades? *Todo*. La ciencia y la tecnología cada vez ponen de manifiesto la condición humana con mayor precisión, tanto en la Tierra como más allá, en la inmensidad del cosmos. Ocupamos un espacio microscópico en cada uno de los continuos relevantes que podrían haber producido una especie de inteligencia similar a la humana en cualquier lugar, en éste y en otros planetas. Nuestras especies ancestrales, a las cuales hemos seguido la pista en el pasado más remoto, delineando un conjunto de seres más y más primitivos, son las afortunadas ganadoras de la lotería genética que avanzaron a trompicones a través del laberinto evolutivo.

La nuestra es una especie muy especial, quizás la especie elegida en cierto modo; pero las humanidades por sí solas no pueden explicar por qué. Ni siquiera plantean la pregunta de una forma que pueda responderse. Confinadas a un espacio de conciencia reducido, festejan los pequeños segmentos de continuos que conocen, hasta el mínimo detalle, una y otra vez, en infinidad de combinaciones. Estos segmentos por sí solos no indagan en los orígenes de nuestras características fundamentales: nuestros instintos autoritarios, nuestra inteligencia moderada, nuestra sabiduría peligrosamente limitada; incluso, insistirán aquellos más críticos, el orgullo de nuestra ciencia.

La primera Ilustración se emprendió hace más de cuatro siglos, cuando tanto la ciencia como las humanidades eran lo suficientemente elementales como para que su simbiosis pareciera factible. Fue posible gracias a la apertura de rutas marítimas globales por parte de Europa occidental, de finales del siglo XV en adelante. La circunnavegación de África y el descubrimiento del Nuevo Mundo dieron lugar a nuevas rutas de comercio globales y extendieron la conquista militar. Este nuevo alcance global supuso, en el desarrollo de la historia, un punto de inflexión que primó el conocimiento y la inventiva. Ahora nos metemos de lleno en un nuevo ciclo de exploración, muchísimo más rico, en consecuencia más exigente, y no por casualidad cada vez más humanitario. Las humanidades, y sus artes creativas más respetables, poseen la capacidad de expresar nuestra existencia de una forma que por fin empieza a hacer realidad los sueños de la Ilustración.

5
La suma importancia de las humanidades

Quizás les resulte extraño que un biólogo y científico diga esto, pero creo que los extraterrestres que protagonizan los relatos de ciencia ficción nos son de gran ayuda: enriquecen la introspección de nuestra propia naturaleza. Planteados del modo más verosímil y científico, nos ayudan a predecir el futuro. Los verdaderos alienígenas considerarían, creo, que nuestra especie posee una propiedad vital digna de su atención. No es nuestra ciencia, ni tampoco nuestra tecnología, como podría suponer el lector. Son las humanidades.

Estos alienígenas imaginarios pero plausibles no tienen ganas de complacer o mejorar nuestra especie. Su relación con nosotros es benevolente, igual que la nuestra con los animales del Serengeti, que acechamos y pastoreamos. Su objetivo es aprender cuanto más mejor de la única especie que estableció una civilización en este planeta. ¿Acaso no serían los secretos de nuestra ciencia? No, para nada. No hay nada que podamos enseñarles. Tengamos en cuenta que casi todo lo que podemos llamar ciencia no tiene ni cinco siglos de antigüedad. Debido a que durante los últimos dos siglos el conocimiento científico se ha ido doblando, más o menos, dependiendo de la disciplina (como por ejemplo la fisicoquímica o la biología celular), cada una o dos décadas, se entiende que lo que conocemos es, en relación a los estándares geológicos, completamente nuevo. Las aplicaciones tecnológicas también están viviendo una etapa temprana de su evolución. La humanidad entró en nuestra época tecnocientífica actual —global, hiperconectada— hace sólo dos décadas. Eso no es ni un parpadeo en el discurso rutilante del cosmos. Sólo por casualidad, y considerando los miles de millones de años de edad que tiene la galaxia, los alienígenas llegaron a nuestro nivel actual, todavía infantil, hace millones de años. Hace cien millones de años, incluso. Entonces, ¿qué podríamos enseñarles a nuestros visitantes extraterrestres? Por decirlo de otra forma, ¿qué podría haberle enseñado a un profesor de física Einstein a la edad de dos años? Nada de nada. Por esa misma razón nuestra tecnología sería enormemente inferior. De no ser así, nosotros seríamos los visitantes extraterrestres y ellos los indígenas planetarios.

Entonces, ¿qué podrían extraer de nosotros los hipotéticos alienígenas? ¿Qué podría serles valioso? La respuesta correcta son las humanidades. Murray Gell-Mann observó en una ocasión, hablando del campo de estudio del cual fue pionero, que la física teórica la constituye un conjunto de leyes reducido y un montón de accidentes. Lo mismo podría decirse, con mayor razón, de todas las ciencias. La vida se originó hace más de tres mil millones de años. La diversificación subsiguiente de los organismos primordiales en especies de microbios, hongos, plantas y animales es solamente una historia de entre prácticamente una infinidad de otras historias posibles. Los visitantes extraterrestres ya sabrían todo esto, a partir de sondas

robóticas y gracias a los principios de la biología evolutiva. Serían incapaces de desentrañar inmediatamente todo el historial de la evolución orgánica terrícola, con sus extinciones, sustituciones y el auge y caída de grandes dinastías de organismos —las cícadas, los ammonoideos, los dinosaurios—. Pero gracias a su trabajo de campo súper eficiente y sus tecnologías proteómicas y de secuenciación del ADN, pronto descubrirían la fauna y la flora terrícolas actuales, la naturaleza y las épocas de los antepasados, y calcularían patrones en el espacio-tiempo de la historia evolutiva de la vida. Todo es cuestión de ciencia. Los alienígenas pronto lo conocerían todo sobre lo que llamamos ciencia, e irían mucho más allá, como si nunca hubiéramos existido.

De un modo bastante parecido, en algún punto de la historia humana de los últimos cien mil años (más o menos) surgieron un puñado de culturas Ur, que engendraron miles de otras culturas. Muchas de ellas todavía persisten, cada una con su lenguaje o dialecto, sus creencias religiosas y sus prácticas socioeconómicas. Como si de especies de plantas y animales que se han ido fragmentando a lo largo de distintas épocas geológicas se tratara, han seguido evolucionando, independientes, o fraccionadas en dos culturas más, quizás parcialmente unidas; otras simplemente han desaparecido. De los casi siete mil idiomas que se hablan en el mundo a día de hoy, un 28% los utilizan menos de mil personas, y 473 están a punto de extinguirse, ya que sólo los utilizan un puñado de gente mayor. Si las analizamos de esta forma, la historia y la prehistoria documentadas previamente presentan un patrón calidoscópico similar al de la formación de la especie durante la evolución orgánica —aunque sustancialmente diferente—.

La evolución cultural es distinta porque es íntegramente una construcción del cerebro humano, un órgano que evolucionó durante tiempos prehumanos y paleolíticos a partir de una forma muy especial de selección natural llamada la coevolución gen-cultura (en la cual la evolución genética y la evolución cultural influyen cada una en la trayectoria de la otra). El potencial excepcional del cerebro, alojado principalmente en los bancos de memoria del córtex prefrontal, se desarrolló entre la existencia del *Homo habilis* hace unos dos o tres millones de años y la proliferación global del *Homo sapiens*, su descendiente, hace sesenta mil años. Para entender la evolución cultural desde fuera mirando hacia adentro, y no desde dentro mirando hacia fuera, que es como lo hacemos, deberemos interpretar todos los sentimientos y estructuras intrincadas de la mente humana. Es algo que exige un contacto íntimo con la gente y el conocimiento de un sinfín de historias personales. Ilustra cómo un pensamiento se traduce a un símbolo o a un artefacto. Eso es lo que hacen las humanidades. Son la historia natural de la cultura, y nuestro patrimonio más privado y preciado.

Hay otra gran razón para venerar a las humanidades. Los descubrimientos científicos y el progreso tecnológico tienen un ciclo vital. A la larga, tras alcanzar unas dimensiones inmensas y una complejidad inconcebible, está claro que reducirán la marcha y se estabilizarán en un ritmo de crecimiento mucho menor. En mis

cincuenta años de carrera y publicaciones científicas, la cantidad de descubrimientos por científico por año ha disminuido radicalmente. Los equipos de investigación cada vez son mayores, y lo más normal es que los artículos técnicos se redacten entre diez o más coautores. La tecnología requerida para el descubrimiento científico en la mayoría de disciplinas cada vez es más compleja y cara; el análisis estadístico y las nuevas tecnologías que requiere la investigación científica cada vez son más avanzados.

No nos alarmemos. Para cuando el proceso se haya puesto en marcha, algo que probablemente suceda este mismo siglo, la labor de la ciencia y la alta tecnología será, como es de esperar, beneficiosa, y estará mucho más generalizada que ahora. Pero —y esto es lo más importante— la ciencia y la tecnología también serán las mismas en cualquier parte del mundo, para cualquier cultura, subcultura o persona que esté civilizada. Suecia, los Estados Unidos, Bután y Zimbabue compartirán la misma información. Lo que seguirá evolucionando y diversificándose casi infinitamente son las humanidades.

En las próximas décadas, la mayoría de avances tecnológicos probablemente acontezcan en lo que solemos llamar BNR: biotecnología, nanotecnología y robótica. En el campo de la ciencia pura, algunos de los griales seculares todavía perdidos por el amplio horizonte son el razonamiento de cómo se originó la vida en la Tierra, junto a la creación de organismos artificiales, la sustitución de genes y la modificación quirúrgicamente precisa del genoma, el descubrimiento de la naturaleza física de la conciencia y, por último, pero no menos importante, la construcción de robots que puedan pensar más rápido y trabajar más eficazmente que los humanos en el grueso de labores manuales y administrativas. Por ahora estas previsiones permanecen en el ámbito de la ciencia ficción. Pero no por mucho tiempo. En cuestión de décadas serán una realidad.

Y ahora las cartas están sobre la mesa, boca arriba. En primer lugar del orden del día tenemos la corrección de más de un millar de genes en los cuales se han identificado extraños alelos mutantes que son la causa de las enfermedades hereditarias. El método que se utilizará es la sustitución de genes, el reemplazo del alelo mutante por uno normal. Aunque todavía se encuentra en una etapa primeriza, poco testada, promete sustituir, a la larga, la amniocentesis, que posibilita en primer lugar una lectura de la estructura cromosómica embrionaria y el código genético, y a continuación un aborto terapéutico para evitar la muerte o la minusvalía. Mucha gente está en contra de los abortos terapéuticos, pero dudo que muchos estuvieran en contra de la sustitución de genes, que puede compararse a la sustitución de una válvula cardiaca defectuosa o un riñón dañado.

Hay otra forma incluso más avanzada de evolución volitiva, aunque su raíz sea indirecta: la homogeneización que están viviendo las poblaciones del mundo debido a la creciente emigración y el matrimonio interracial. La consecuencia es una redistribución masiva de genes *Homo sapiens*. La variación genética entre

poblaciones está en declive, la variación genética dentro de poblaciones está en auge, y como consecuencia, la variación genética de la especie en su integridad también va en aumento —esta última, radicalmente—. Estas tendencias plantean un dilema en la evolución volitiva que en cuestión de décadas probablemente llame la atención de *think thanks* políticos, incluso de los más miopes. ¿Queremos encauzar la evolución de la diversidad con el propósito de incrementar la frecuencia de atributos apetecibles? ¿Aumentarla incluso más? ¿O finalmente —y ésta probablemente sea la decisión a corto plazo— dejar que siga su curso y confiar en que todo va a salir bien?

Estas alternativas no son ciencia ficción, y no son una frivolidad. Al contrario, están vinculadas a otro dilema relacionado con la biología que ya ha sido bastante divulgado, al igual que otras controversias (como la distribución de contraceptivos en los institutos o la publicación en Texas de libros de texto que ignoran la evolución). La duda es la siguiente: si cada vez los robots llevan a cabo más labores y toman más decisiones, ¿qué es lo que haremos los humanos? ¿De verdad queremos competir biológicamente con la tecnología robot sirviéndonos de implantes cerebrales y una conducta social y una inteligencia mejoradas genéticamente? Esta opción supondría una brusca desviación respecto a la naturaleza humana que hemos heredado, y un cambio fundamental en la condición humana.

Ahora nos encontramos ante un problema que podemos resolver mejor con la ayuda de las humanidades, y una razón de peso que demuestra la suma importancia de las humanidades. Y ya que estoy en ello, por la presente doy mi voto al conservadurismo existencial: nuestro deber sagrado de preservar la naturaleza humana biológica. Lo estamos haciendo la mar de bien en los ámbitos de la ciencia y la tecnología. Pongámonos de acuerdo para mantener ese buen ritmo, e incluso acelerarlo. Pero fomentemos también las humanidades, aquello que nos hace humanos; evitemos utilizar la ciencia para trastear con este manantial, el potencial absoluto y excepcional del futuro de la humanidad.

6
La fuerza impulsora de la evolución social

Hay pocas incógnitas en el campo de la biología tan importantes como el origen evolutivo de la conducta social instintiva. Resolverlo correctamente implica explicar una de las transiciones más magnas en términos de organización biológica, desde el organismo al superorganismo —la transición de una hormiga, por ejemplo, a una colonia organizada de hormigas, y la de un primate solitario a una sociedad organizada de seres humanos—.

Las formas más complejas de organización social surgen de niveles elevados de cooperación. Las fomentan actos altruistas que desempeñan, por lo menos, algunos de los miembros de la colonia. El grado de cooperación y altruismo más elevado es el de la eusocialidad, en la cual algunos miembros de la colonia renuncian a su reproducción personal, en parte o totalmente, con tal de incrementar la reproducción de la casta «real», cuyo propósito es ése.

Como ya he señalado, hay dos teorías opuestas al respecto del origen de la organización social avanzada. La primera es la teoría estándar de la selección natural. Se ha demostrado que es la correcta en multitud de fenómenos, sociales y no sociales, y ha mejorado su precisión tras la aparición de la genética de poblaciones moderna en los años 1920 y la síntesis moderna de la teoría de la evolución en los años 1930. Se basa en el principio de que la unidad de herencia es el gen, que normalmente forma parte de una red de genes, y el blanco de la selección natural es el atributo que prescribe el gen. Por ejemplo, un gen mutante dañino para los humanos es el que prescribe la fibrosis quística. El gen es poco común porque su fenotipo, la fibrosis quística, es contraproducente —perjudica la longevidad y la reproducción—. Entre los genes mutantes que nos son favorables encontramos, por ejemplo, los que prescriben a los adultos tolerancia a la lactosa. Tras surgir en las poblaciones consumidoras de leche de Europa y África, el fenotipo prescrito por los genes mutados hizo de la leche un alimento bueno para los adultos, incrementando así la longevidad y la reproducción comparativas de aquellas personas que los poseyeran.

Un gen que acarree un atributo que afecte la longevidad y reproducción del miembro de un grupo en relación a los otros miembros del mismo grupo se lo considera sujeto a la selección natural a un nivel individual. Un gen que acarree un atributo que conlleve cooperación y otras formas de interacción con miembros del mismo grupo puede que esté sujeto a selección a nivel individual, o puede que no. En ambos casos lo más probable es que afecte la longevidad y reproducción del grupo en su totalidad. Ya que los grupos compiten con otros grupos, tanto entrando en conflicto como en su eficiencia relativa a la hora de obtener recursos, sus atributos diferenciadores están sujetos a la selección natural. En concreto, aquellos genes que prescriben atributos interactivos —por lo tanto, sociales— están sujetos a una

selección a nivel grupal.

He aquí una descripción hipotética de la evolución según la teoría estándar de la selección natural. Un ladrón eficaz persigue sus propios intereses y los de sus hijos, pero sus acciones perjudican al resto del grupo. Aquellos genes que proscriban su actitud psicopática se incrementarán de una generación a otra, pero, al igual que un parásito que agrede y lastima un organismo, su conducta debilita al resto del grupo, algo que a la larga perjudica al mismo ladrón. En el otro extremo, un valiente guerrero conduce a su grupo hacia la victoria, pero muere en el campo de batalla, dejando atrás poca descendencia o ninguna. Sus genes heroicos desaparecen con él, pero el resto de individuos del grupo, y los genes heroicos que comparten, se benefician e incrementan.

Los dos niveles de selección natural (individual y grupal) que demuestran estos extremos, son opuestos. A la larga conllevarán, o bien un equilibrio entre los genes opuestos, o la erradicación definitiva de uno de los dos. Podemos resumir la contienda con esta máxima: los miembros egoístas prosperan dentro de sus grupos, pero los grupos formados por altruistas se sobreponen a los grupos formados por egoístas.

La teoría del fitness inclusivo, a diferencia de la teoría estándar de selección natural y los principios que postula la genética de poblaciones, asevera que la unidad de selección es el miembro individual del grupo, no sus genes individuales. La evolución social es producto de la suma de todas las interacciones que el individuo mantiene con los otros miembros del grupo uno por uno, multiplicado por el grado de parentesco hereditario de cada emparejamiento. Todas las consecuencias de esta multiplicidad de interacciones que mantiene el individuo, positivas y negativas, constituyen su fitness inclusivo.

Aunque la controversia entre la selección natural y el fitness inclusivo aún da coletazos, se ha demostrado que las aseveraciones de la teoría del fitness inclusivo sólo pueden aplicarse a unos pocos casos extremos, cuya probabilidad en la Tierra o en cualquier otro planeta es remota. No hay ningún ejemplo de fitness inclusivo que se haya comprobado directamente. Lo único que se ha logrado es un análisis indirecto —el llamado método regresivo— que por desgracia ha sido invalidado matemáticamente. Utilizar el individuo o el grupo como unidad de herencia, en vez del gen, es un error incluso más fundamental.

Llegados a este punto, antes de indagar más en las teorías, nos será didáctico plantear un ejemplo concreto de evolución de comportamiento social y observar cómo lo explica cada uno de los dos enfoques respectivamente.

El ciclo vital de las hormigas siempre ha sido uno de los predilectos de los teóricos del fitness inclusivo, quienes lo consideran una prueba consagrada de la relevancia del parentesco y la validez de su enfoque. El ciclo vital de muchas especies de hormigas es el siguiente: sus colonias se reproducen mediante la liberación de reinas vírgenes y machos del nido. Una vez se han apareado, las reinas

no regresan a su hogar; se desperdigan con el objetivo de establecer nuevas colonias propias. Los machos mueren en cuestión de horas. Las reinas vírgenes son mucho más grandes que los machos, y las colonias invierten una fracción proporcionalmente mayor de sus recursos para producirlas.

La explicación que da el fitness inclusivo a la diferencia de tamaño entre sexos, planteada en los años 1970 por el biólogo Robert Trivers, es la siguiente. La forma como se determina el sexo en las hormigas es peculiar: las hermanas están relacionadas mucho más estrechamente entre ellas que con sus hermanos (siempre y cuando las reinas se apareen sólo con un macho). Ya que las obreras crían a los jóvenes, prosigue Trivers, y considerando que favorecen a las hermanas por encima de los hermanos, invierten más en reinas vírgenes que en machos. La colonia, controlada por las obreras logra ese fin produciendo unas reinas cuyas dimensiones individuales son mucho mayores. Este proceso, deducido a partir de la teoría del fitness inclusivo, recibe el nombre de selección natural indirecta.

El modelo estándar de genética de poblaciones, en cambio, propone el principio de la selección natural directa y la pone a prueba mediante la observación directa en el campo y en el laboratorio. La reina virgen tiene que ser de grandes dimensiones, como bien saben todos los entomólogos, para poder empezar una nueva colonia. Excava un agujero, se encierra en su interior, y cría la primera generación de obreras en sus grandes reservas corporales de grasa y músculos de ala metabolizados. El macho es pequeño porque su único propósito es aparearse. Tras lograr la inseminación, muere. (Por cierto, en algunas especies, las reinas pueden llegar a sobrepasar los veinte años de edad.) La justificación indirecta que plantea el fitness inclusivo a las inversiones según el género es, por lo tanto, incorrecta.

La presunción que aventura la teoría del fitness inclusivo de que las obreras controlan la distribución de la colonia, un aspecto crucial de su razonamiento, también es errónea. La reina determina el sexo de sus descendientes utilizando la válvula de su espermateca, el órgano en forma de bolsa donde se almacenan los espermas. Si se suelta un esperma para fertilizar un huevo en los ovarios de la reina, nace una hembra. Si no se suelta un esperma, el huevo no se fertiliza, y de un huevo no fertilizado nace un macho. Por lo tanto, una serie de factores —y sólo algunos de ellos están bajo influencia de las hormigas obreras— determinan qué huevos y larvas hembra se convertirán en reinas.

A lo largo de medio siglo, considerando que había una relativa escasez de datos, la teoría del fitness inclusivo fue la teoría principal para explicar el origen de la conducta social avanzada. Empezó en 1955 a partir de un modelo matemático simple postulado por el genetista británico J. B. S. Haldane. Su razonamiento era el siguiente (lo he alterado un poco para hacerlo intuitivamente más fácil). Un hombre soltero, sin hijos, pasea por la orilla de un río. Al contemplar el agua, vislumbra a su hermano quien, tras caer en el río, se está ahogando. Ese día las aguas están embravecidas y al hombre no se le da muy bien nadar: sabe que si se lanza a salvarlo, probablemente se

ahogará. Por lo tanto, el rescate requiere altruismo de su parte. Pero (según Haldane) no requiere asimismo altruismo de parte de sus genes, incluso aquellos que determinan que sea altruista. He aquí el porqué: ya que ese hombre es su hermano, la mitad de sus genes son idénticos. Así que se lanza al río, lo salva y, como era de esperar, se ahoga. El rescatador habrá muerto, pero la mitad de tus genes se habrán preservado. Para compensar la pérdida de genes, lo único que debe hacer el hermano es tener dos hijos más. Los genes son la unidad de selección; los genes son lo que prima en la evolución vía selección natural.

En 1964, otro genetista británico, William D. Hamilton, expresó el concepto de Haldane en una fórmula general, que años más tarde se conocería como la desigualdad Hamilton. Según su planteamiento, el gen que prescribe el altruismo, como el que poseía el hermano heroico, se incrementará si el beneficio en cantidad de descendientes del receptor supera el coste de descendientes del altruista. Sin embargo, esta ventaja para el altruista sólo será efectiva si el receptor y el altruista están estrechamente relacionados. El grado de parentesco es la fracción de genes que comparten el altruista y el receptor debido a su linaje común: una mitad entre hermanos, un octavo entre primos primeros, y así progresivamente, siguiendo un ritmo rápidamente decreciente a medida que el grado de parentesco es cada vez más remoto. A este proceso más tarde se le llamó selección de parentesco. Parecería, al menos según esta línea de razonamiento, que el parentesco cercano es la clave del origen biológico del altruismo y la cooperación. Por lo tanto, el parentesco cercano es un factor primordial en la evolución social avanzada.

A simple vista, la selección de parentesco prometía, al principio, ser una explicación razonable del origen de las sociedades organizadas. Observemos a cualquier grupo de individuos que se reúnen de una forma u otra pero sin organizarse: un banco de peces, por ejemplo, una bandada de pájaros, o una población local de ardillas terrestres. Los miembros del grupo, aventuremos, no sólo son capaces de identificar a sus propios retoños, algo que comporta la evolución de los cuidados paternales marcada por la selección natural estándar, vale decir, darwiniana. Supongamos además que también reconocen a los parientes colaterales con los que comparten un mismo linaje, como por ejemplo hermanos y primos. Concedamos además que una serie de mutaciones inducen a los individuos a favorecer a los parientes cercanos antes que a los de parientes lejanos o aquellos que no sean parientes. Un caso extremo sería el heroísmo pro-hermano del ejemplo de Haldane. El resultado sería el nepotismo, cuya consecuencia sería una ventaja darwiniana por encima de los otros del grupo. Pero todo esto ¿cómo afecta el progreso de una población que está evolucionando? A medida que los genes que favorecen lo colateral se fueran propagando, el grupo se transformaría en un conjunto, no de individuos rivales y sus correspondientes retoños, sino de familias rivales en paralelo. Para obtener altruismo, cooperación y división laboral a nivel grupal —en otras palabras, para lograr sociedades organizadas— es necesario un nivel distinto de selección

natural. Ese nivel es la selección de grupo.

También en 1964, Hamilton llevó el principio del parentesco un paso más allá presentando el concepto de fitness inclusivo. El individuo social vive en un grupo, e interactúa con otros miembros del grupo. El individuo toma parte en la selección de parentesco con cada uno de los otros miembros del grupo con los cuales interactúa. Ese efecto añadido en sus propios genes, que se confieren a la siguiente generación, es su fitness inclusivo: la suma de todos los sacrificios y beneficios, rebajada según el grado de parentesco que mantiene con cada uno de los miembros del grupo. En el fitness inclusivo la unidad de selección se había trasladado sutilmente del gen al individuo.

De primeras, la teoría del fitness inclusivo, limitada a unos pocos casos de selección de parentesco que podían estudiarse en la naturaleza, me pareció fascinante. En 1965, un año después de la publicación del artículo de Hamilton, apoyé la teoría en un congreso de la Sociedad Entomológica Real de Londres. El propio Hamilton estaba a mi lado ese día. Hay dos libros donde formulo la nueva disciplina de la sociobiología, *The Insect Societies* (1971) y *Sociobiology: The New Synthesis* (1975). En ellos argumento que la selección de parentesco es fundamental para explicar a nivel genético la conducta social avanzada, afirmando que es tan importante como la casta, la comunicación y todos los otros elementos principales que conforman la sociobiología. En 1976 el elocuente periodista científico Richard Dawkins explicó el concepto a las masas en su superventas *El gen egoísta*. Pronto la selección de parentesco y alguna versión del fitness inclusivo se establecieron en los libros de texto y en artículos divulgativos sobre la evolución social. A lo largo de las siguientes tres décadas, un gran número de ampliaciones generales y abstractas de la teoría de la selección de parentesco se pusieron a prueba, especialmente en hormigas y otros insectos sociales, y supuestamente se demostró su validez en una serie de estudios sobre órdenes jerárquicos, conflictos e inversión en géneros.

Llegados a 2000, el papel fundamental de la selección de parentesco y su amplio fitness inclusivo casi había adquirido el estatus de dogma. Aseverar la certeza de la teoría era práctica habitual entre escritores de artículos científicos, aunque el contenido de los textos no tuviera mucho que ver. Por entonces había carreras académicas que sólo giraban en torno a la teoría, que además había recibido premios internacionales.

Pero la teoría del fitness inclusivo no sólo era un error, sino un error fundamental. Si hoy en día echamos la vista atrás, parece que ya en los años 1990 habían aparecido dos defectos sísmicos que empezaban a extenderse. Las ampliaciones de la propia teoría cada vez eran más y más abstractas, y por lo tanto más se alejaban del trabajo empírico que seguía floreciendo en otros sectores de la sociobiología. Mientras, la investigación empírica consagrada a la teoría se limitaba a un número reducido de fenómenos mensurables. Los textos sobre la teoría, en su mayor parte centrados en los insectos sociales, eran repetitivos. Exponían más de lo mismo sobre

proporcionadamente pocos temas. Las afirmaciones de los teóricos inclusivos prácticamente ignoraban los grandes patrones de ecología, filogenia, división del trabajo, neurobiología, comunicación y fisiología social. Gran parte de la escritura divulgativa al respecto no era nada nueva, pero su tono era afirmativo y se pronosticaba que el auge de la teoría aún estaba por llegar.

La teoría del fitness inclusivo, llamada cariñosamente teoría IF por sus defensores, cada vez mostraba más signos de senectud. Llegados a 2005, cada vez se expresaban más dudas explícitas sobre su validez, especialmente por parte de los principales expertos en las especificidades de la biología de las hormigas, termitas y otros insectos eusociales, así como también un reducido conjunto de teóricos lo suficientemente atrevidos como para buscar explicaciones alternativas al origen y evolución de la eusocialidad. Los investigadores más consagrados a la teoría IF, o bien ignoraron estas divergencias, o las descartaron sumariamente. En 2005 ya habían conseguido suficiente representación en el sistema de evaluación anónima por pares como para obstaculizar la publicación de pruebas y opiniones opuestas en las principales revistas. Por ejemplo, uno de los cimientos más básicos y primerizos de la teoría del fitness inclusivo, citado en libros de texto, era la previsión de una sobrerrepresentación de himenópteros (abejas, avispas, hormigas) entre las especies animales eusociales. Cuando un tiempo después un investigador señaló que los nuevos descubrimientos habían invalidado esa predicción, le contestaron, efectivamente, «eso ya lo sabíamos». Lo sabían, pero lo único que hicieron fue olvidarse del tema. La «hipótesis himenópteros» no es que fuera errónea; simplemente ya no era «relevante». Cuando un investigador *senior* se sirvió de estudios de campo y de laboratorio para demostrar que las colonias de termitas primitivas compiten unas con otras y crecen en parte gracias a la unión de obreras no emparentadas, los datos se rechazaron aduciendo que la conclusión no tomaba en adecuada consideración la teoría del fitness inclusivo.

¿Por qué suscitó un partidismo tan encarnizado un tema de biología teórica aparentemente arcano? Porque el problema que aborda es de una importancia crucial, y porque el interés en resolverlo había subido como la espuma. Es más, el fitness inclusivo empezaba a recordar un castillo de naipes. Quitar ni que fuera una carta suponía arriesgarse a que se derrumbara todo. Merecía la pena quitar cartas, sin embargo, aunque se pusiera en juego la reputación. Flotaba en el aire la posibilidad de un cambio de paradigma, un acontecimiento excepcional dentro de la disciplina de la biología evolutiva.

En 2010, la preponderancia de la teoría del fitness inclusivo llegó a su fin de una vez por todas. Tras diez años de forcejeo siendo miembro de la pequeña y por entonces silenciada escuela inconformista, me junté con dos matemáticos y biólogos teóricos de Harvard, Martin Nowak y Corina Tarnita, para emprender un análisis completo del fitness inclusivo. Nowak y Tarnita habían descubierto por su lado que los supuestos fundacionales de la teoría del fitness inclusivo eran endebles, y yo

había demostrado que los datos de campo que se aportaban para respaldar la teoría podían explicarse igual de bien, o mejor, mediante la selección natural directa —como en el caso de la distribución de sexos de las hormigas que ya describí—.

Nuestro artículo a seis manos se publicó el 26 de agosto de 2010 en la prestigiosa revista *Nature*, donde fue portada. Conscientes de la controversia que desencadenaría, los editores de *Nature* habían procedido con una cautela poco habitual. Uno de ellos, familiarizado con el tema y el método de análisis matemático, viajó de Londres a Harvard para tener una reunión excepcional conmigo, Nowak y Tarnita. Le pareció bien, y el manuscrito fue examinado por tres expertos anónimos. Su publicación, como esperábamos, causó una erupción de protestas digna del Vesubio —del tipo que los periodistas festejan—. No menos de 137 biólogos consagrados a la enseñanza o investigación de la teoría del fitness inclusivo expresaron su disconformidad en un artículo publicado en *Nature* el año siguiente. Cuando recuperé parte de nuestro razonamiento en un capítulo de mi libro *La Conquista Social de la Tierra* (2012), Richard Dawkins respondió con una vehemente indignación propia de un buen creyente. Reseñó el libro en la revista británica *Prospect*, instando a que nadie lo leyera y que todos lo desecharan; «con todas sus fuerzas», ni más ni menos.

Pero nadie desde entonces ha desmentido el análisis matemático de Nowak y Tarnita, ni tampoco mi razonamiento, que se decanta por la teoría estándar en vez de la teoría del fitness inclusivo para la interpretación de los datos de campo.

En 2013 me reuní con Nowak y otro matemático biólogo, Benjamin Allen, para desarrollar incluso más el análisis que habíamos empezado. (Tarnita se había instalado en Princeton, donde estaba ocupada con investigaciones de campo relacionadas con su modelaje matemático). A finales de 2013 publicamos el primer artículo evaluado de una serie que tenemos planeada. En aras de la exactitud, y teniendo en cuenta que el contenido que presentan estos artículos podría ser relevante de cara a la historia y la filosofía de esta materia, he decidido ofrecer un resumen simplificado del primero de ellos en el apéndice de este libro.

Y ahora por fin podemos volver a una cuestión clave con un espíritu investigador más abierto: ¿cuál fue la fuerza impulsora que originó el comportamiento social humano? Los prehumanos de África se acercaron al umbral de la organización social avanzada de una forma parecida a la de animales inferiores, pero la lograron de una manera muy diferente. A medida que las dimensiones del cerebro se fueron duplicando o triplicando, esos grupos utilizaron su inteligencia basándose en una memoria brutalmente mejorada. Así como los insectos primitivamente sociales desarrollaron la división del trabajo sirviéndose de instintos reducidos que sacan provecho de las categorías de organización social de cada grupo —como, por ejemplo, las larvas y los adultos, los exploradores y los cuidadores—, los humanos primitivos tenían un comportamiento variable basado en instintos que dependía de un conocimiento detallado de cada miembro del grupo.

El establecimiento de grupos a partir de un conocimiento mutuo, íntimo y

personal, fue el logro excepcional de la humanidad. Si bien la semejanza entre genomas fruto del parentesco fue una consecuencia inevitable de la formación de grupos, la selección de parentesco no fue la causa. Las limitaciones extremas de la selección de parentesco y las propiedades fantasmales del fitness inclusivo se aplican tanto a los humanos como a los insectos eusociales y otros animales. La mejor forma de ilustrar el origen de la condición humana es a través de la interacción social producto de la selección natural: las tendencias hereditarias a comunicarnos, reconocer, evaluar, cooperar, competir, establecer vínculos afectivos y, a partir de todas ellas, el inmenso y cálido placer de pertenecer a un grupo particular. La inteligencia social, mejorada gracias a la selección grupal, hizo del *Homo sapiens* la primera especie totalmente dominante de la historia de la Tierra.

Tercera Parte

Otros mundos

El sentido de nuestra existencia lo entenderemos mejor en perspectiva, si comparamos nuestra especie con otros seres vivos concebibles e incluso con aquellos que, hipotéticamente, podrían existir fuera del sistema solar.

7
La humanidad perdida en un mundo de feromonas

Continuaremos nuestro viaje virando hacia una nueva dirección. La principal aportación de la ciencia a las humanidades es la constatación de cuán estrambótica es nuestra especie, y por qué. El intento de demostrarlo forma parte de la investigación de las naturalezas de todas las otras especies de la Tierra, cada una peculiar a su manera. Incluso podemos lanzarnos a suponer cuáles serían los rasgos de los seres vivos de otros planetas, incluyendo los de aquellos que hubieran desarrollado una inteligencia similar a la humana.

Las humanidades interactúan con las extrañas propiedades de la naturaleza humana aceptando sencillamente que «es la que es». Basándose en esa percepción, los artistas creativos hilan historias, producen música y crean imágenes detalladísimas. Si examinamos los atributos que definen a nuestra especie con la biodiversidad como telón de fondo, veremos que están muy acotados. No podemos explicar el sentido de la existencia sin primero sustituir el «es la que es» por un «es la que es, puesto que».

Empecemos pues ilustrando cuán especializada y peculiar es nuestra querida especie en comparación con las legiones de distintos organismos vivos que conforman la biosfera terrestre.

En un proceso que requirió el paso de eones de tiempo (durante los cuales millones de especies aparecieron y desaparecieron) un linaje específico —los antecedentes directos del *Homo sapiens*— ganó la magna lotería de la evolución. El premio fue una forma de civilización basada en el lenguaje simbólico y la cultura, y como consecuencia, la colosal capacidad de extraer los recursos no renovables del planeta, así como de exterminar alegremente a las otras especies. La combinación ganadora fue una mezcla de preadaptaciones que obtuvimos al azar, entre ellas, un ciclo vital íntegramente adaptado a la tierra, un gran cerebro y la capacidad craneal necesaria para albergar un cerebro todavía mayor, dedos libres lo suficientemente flexibles como para manipular objetos, y —lo que es más difícil de comprender— una orientación basada en la vista y el oído, y no en el olfato ni el gusto.

Por supuesto creemos que somos lo más porque podemos distinguir productos químicos con la nariz, la lengua o el paladar. Nos enorgullece ser capaces de reconocer el ramillete que sobresale de entre un conjunto de flores y el regusto de un buen añejo. Podemos identificar una habitación a oscuras guiándonos solo por su olor distintivo. Sin embargo, en lo que a quimiorrecepción se refiere, somos unos imbéciles. En comparación, casi todos los otros organismos son unos genios. Más de un 99% de las especies de animales, plantas, hongos y microbios dependen exclusivamente o casi exclusivamente de un conjunto de sustancias químicas (feromonas) para comunicarse con miembros de su misma especie. También

reconocen otras sustancias químicas (alelomonas) para identificar especies distintas que podrían ser presas, depredadores o simbiontes.

Los sonidos de la naturaleza de los que gozamos no son más que una pequeña parte del potencial. El canto de los pájaros destaca, por supuesto, pero tengamos en cuenta que las aves son de las poquísimas criaturas cuya comunicación depende de los canales audiovisuales, al igual que la nuestra. Aparte de sus ruidos escuchamos también el croar de las ranas, el chirrido de los grillos y las estridencias de las cigarras y chicharras. Y poco más; el gorjeo de los murciélagos al atardecer, que les sirve para ecolocalizar obstáculos y presas voladoras, presenta un tono que está por encima de nuestro espectro audible.

Nuestras pobres capacidades quimiorreceptivas esconden profundas implicaciones en cuanto a nuestra relación con el resto de seres vivos. Así que ya de paso me veo obligado a preguntarme: si las moscas y los escorpiones cantaran tan dulcemente como los pájaros, ¿nos serían más agradables?

Centrémonos en las señales visuales de la comunicación animal. Disfrutamos los bailes y los bonitos colores de las aves, los peces y las mariposas. También hay los colores y apariencias relucientes de los insectos, las ranas y las serpientes, cuya función es advertir a los posibles depredadores. Son mensajes urgentes cuyo objetivo no es deleitar a los predadores, sino transmitirles lo siguiente: «si me comes morirás, caerás enfermo o como mínimo mi gusto te será desagradable». Los naturalistas tienen un principio a propósito de estas advertencias. Si un animal es bonito y además no reacciona ante la cercanía de un humano, no sólo será venenoso sino que probablemente sea incluso mortal. Las lentas serpientes coral y las despreocupadas ranas dardo venenosas serían algunos de los ejemplos. Hasta ahí podemos contemplar, deleitarnos y sobrevivir; pero no podemos captar la luz ultravioleta, en base a la cual muchos insectos organizan su vida —las mariposas, por ejemplo, buscan flores que irradian luz ultravioleta—.

Las señales audiovisuales del mundo viviente estimulan nuestras emociones, y a lo largo de la historia a menudo han inspirado las mejores y más grandes obras creativas: música, danza, literatura y artes visuales. Sin embargo, por sí solas son algo irrisorio en comparación a lo que sucede a nuestro alrededor, en el mundo de las feromonas y las alelomonas. Para ilustrar este principio biológico, que tanto nos llena de humildad, vamos a imaginarnos cómo sería captar esas sustancias químicas tan vívidamente como el resto de seres vivos de nuestro alrededor que las huelen.

Nos propulsamos instantáneamente hacia el interior de un mundo mucho más denso, complejo y rápido que el que dejamos atrás o del que pudimos llegar a imaginar. Éste es el mundo real de la mayor parte de la biosfera terrestre. Otros organismos viven en ella, pero hasta ahora sólo habíamos vivido en los márgenes. Nubes fluctuantes flotan por encima del terreno y la vegetación. Olorosos zarcillos fluyen debajo de nuestros pies. Las brisas levantan todo esto por encima de las copas de los árboles, donde, en las corrientes de aire más fuertes, los zarcillos se

despedazan rápidamente y se disipan. En el subsuelo, confinadas debajo de la tierra y la arena, surgen volutas de raicillas. Hifas micóticas se filtran por grietas cercanas. La combinación de olores es diferente dependiendo del lugar, incluso a distancias tan reducidas como un milímetro. Forman patrones y funcionan como postes indicadores, que las hormigas y otros invertebrados utilizan constantemente pero que están fuera del alcance de nuestras pobres capacidades humanas. En pleno terreno olfativo, hay sustancias químicas orgánicas, raras e inusuales, que fluyen componiendo riachuelos elipsoidales y que se dilatan formando burbujas semiesféricas. Son los mensajes químicos que emanan miles de especies de pequeños organismos. Algunos son efluentes que se evaporan de sus cuerpos. Guían a los depredadores hacia presas, y también advierten a las presas de predadores cercanos. Algunos son mensajes destinados a otros de su misma especie. «Estoy aquí», susurran a posibles parejas y simbiontes. «Ven, por favor, ven hacia mí». A los rivales potenciales de la misma especie, como las feromonas que depositan los perros en las bocas de incendio, les advierten: «estás en mi territorio. ¡Fuera!»

Los investigadores de la segunda mitad del último siglo (yo mismo fui uno de ellos en mis inicios y me lo pasé en grande estudiando la comunicación de las hormigas) descubrieron que las feromonas no sólo se lanzan al aire y al agua para que las capte cualquiera. Más bien están dirigidas con precisión a objetivos específicos. La clave para entender cualquier comunicación vía feromonas es el «espacio activo». Cuando las moléculas de olor se desprenden de su fuente (normalmente de una glándula en el cuerpo del animal u organismo), la concentración que permanece en el interior de la nube química resultante es lo suficientemente elevada como para que la detecten otros organismos de la misma especie. Es extraordinario cómo la evolución de cada especie a lo largo de miles o millones de años ha configurado el tamaño y la estructura de la molécula, la cantidad de sustancia que se desprende en cada mensaje, y cuán sensible a su olor es el organismo receptor.

Imaginémonos una polilla hembra que convoca a machos de su especie en el aire nocturno. El macho disponible más cercano quizás esté a un kilómetro de distancia —que, para él, si tenemos en cuenta las dimensiones de su cuerpo, serían unos ochenta kilómetros—. Por lo tanto, la feromona sexual tiene que ser potente, y así se ha demostrado en casos reales que han estudiado los investigadores de feromonas. Una palomilla bandeada macho, por ejemplo, puede reaccionar ante sólo 1.3 millones de moléculas por centímetro cúbico. Quizás eso parezcan muchas feromonas, pero de hecho es una cantidad ridícula en comparación con, por ejemplo, un gramo de amoníaco (NH^3), que contiene 10^{23} moléculas (cien mil millones de billones). La molécula de la feromona, aparte de ser lo suficientemente potente como para atraer a los machos adecuados, también debe contar con una estructura relativamente singular, de manera que existan pocas posibilidades de atraer a un macho de la especie equivocada —o lo que es peor, a un depredador que coma polillas—. Algunos de los atractores sexuales de las polillas son tan específicos que los de

especies cercanamente emparentadas sólo se diferencian de ellos por un átomo, por la posesión o ubicación de un doble enlace o incluso por sólo un isómero.

Los machos de especies de polillas que presenten un nivel de exclusividad tan elevado se enfrentan a un problema grave a la hora de emparejarse. El espacio activo fantasmal que deben penetrar y seguir empieza en un puntito del cuerpo de la hembra. Avanza como una entidad más o menos elipsoidal (en forma de huso), hasta que finalmente gotea posándose en un segundo puntito, y a continuación desaparece. En la mayoría de casos el macho es incapaz de dar con la hembra objetivo partiendo únicamente de una débil concentración de olor y siguiendo un rastro de densidad cada vez mayor, que es lo que hacemos nosotros cuando husmeamos para localizar el origen de un olor extraño en la cocina. Utiliza otro método, que por lo menos es igual de efectivo. Cuando tropieza con la nube de la feromona, el macho vuela a barlovento hasta dar con la hembra que lo ha llamado. Si pierde el espacio activo, algo que puede suceder fácilmente, ya que la brisa desplaza y tuerce el chorro de olor, el macho hace zigzag de un lado para otro cortando el aire hasta que vuelve a entrar en el espacio activo.

Magnitudes de poder olfativo similares a las aquí planteadas son algo habitual en el mundo viviente. Las serpientes de cascabel macho encuentran hembras dispuestas a aparejarse siguiendo el rastro de las feromonas. Amos sexos, metiendo y sacando sus lenguas para oler el suelo, acorralan a una ardilla con la misma precisión que un cazador apuntaría a un pato con el cañón de su escopeta.

Existe el mismo grado de capacidades olfativas en cualquier parte del reino animal cuando hay necesidad de llevar a cabo distinciones sutiles. En los mamíferos, incluyendo los humanos, las madres son capaces de diferenciar entre el olor de sus propios retoños y el olor ajeno. Las hormigas pueden discernir entre compañeras de nido y forasteras en décimas de segundo con mover sus dos antenas ante los cuerpos de obreras cercanas.

La configuración del espacio activo ha evolucionado hasta llegar a transmitir muchos otros tipos de información, aparte del sexo y la identificación. Las hormigas centinelas informan a sus compañeros de nido de la llegada de enemigos desprendiendo sustancias de alarma. La estructura de estas sustancias químicas es simple en comparación a las feromonas de sexo y rastreo. Se desprenden en grandes cantidades, y sus espacios activos viajan rápido y lejos. No es necesaria la intimidad. Más bien al contrario: existe una razón de peso para que tanto amigas como enemigas las detecten —y cuanto antes mejor—. El objetivo es hacer saltar las alarmas y llamar a filas, y es crucial llegar a la mayor cantidad de compañeras de nido que sea posible. Las luchadoras más motivadas, tras detectar la feromona de la alarma, se abalanzan hacia el exterior; mientras, las cuidadoras transportan las crías al interior del hormiguero.

Hay una especie de hormigas americanas esclavizantes que utiliza una excepcional combinación de feromona y alelomona como «sustancia

propagandística». La esclavitud es algo generalizado entre las hormigas de regiones de clima continental. Empieza cuando una colonia de esa especie esclavizante asalta una colonia de otra especie de hormigas. Sus obreras holgazanean en el nido —muy raramente llevan a cabo tareas domésticas—. Sin embargo, como los guerreros espartanos indolentes de la Grecia antigua, son temibles en el campo de batalla. Las asaltantes de algunas especies están equipadas con poderosas mandíbulas con forma de hoz, que son capaces de perforar los cuerpos de sus enemigas. Durante mis investigaciones sobre la esclavitud entre hormigas encontré una especie que utiliza un método radicalmente diferente. Los asaltantes portan una glándula-depósito agrandada en su abdomen (la parte trasera de su cuerpo tripartito), rellena de una sustancia de alarma. Al irrumpir en el nido de las víctimas, inundan las cámaras y las galerías con grandes cantidades de la feromona. Las defensoras, al entrar en contacto con la alelomona (o, más exactamente, pseudoferomona), son presas de la confusión, entran en pánico, y se retiran. Lo que experimentan sería parecido, en términos humanos, a escuchar una alarma constante y extremadamente ruidosa procedente de todas las direcciones. Las invasoras no reaccionan de la misma forma. Al contrario, les atrae la feromona, y gracias a ello logran hacerse con las crías de los defensores (por entonces crisálidas) y llevárselas tranquilamente de vuelta a su nido. Cuando las cautivas salen de su crisálida, ya adultas, se convierten en hormigas marcadas: actúan como hermanas de sus captoras, y les sirven voluntariamente como esclavas el resto de sus vidas.

Es posible que las hormigas sean las criaturas feromónicas más avanzadas de la Tierra. En sus antenas tienen más receptores olfativos y sensoriales que cualquier otro insecto que conozcamos. También son baterías andantes de glándulas exocrinas, cada una de las cuales se especializa en la producción de diferentes tipos de feromonas. A la hora de regular sus vidas sociales utilizan entre diez y veinte tipos de feromonas, número que varía según la especie. Cada tipo transmite un significado distinto. Y eso es sólo el principio del sistema de información. Varias feromonas pueden emitirse al mismo tiempo para crear señales más complejas. Cuando se desprenden en momentos diferentes o en lugares distintos, transmiten un significado alternativo. Incluso es posible difundir más información modificando la concentración de moléculas. Por ejemplo, existe al menos una especie de hormiga cosechadora americana —que investigué en su momento— que si desprende una cantidad de feromonas apenas detectable incita a las obreras a prestarle atención y acudir a ella. Una concentración un poco más fuerte provoca que las hormigas busquen con excitación de un lado para otro. La concentración más elevada de la sustancia, si se produce cerca de la hormiga objetivo, la incita a un ataque enloquecido contra cualquier objeto orgánico externo que esté a su alrededor.

Hay algunas especies de plantas que se comunican mediante feromonas. Son capaces, por lo menos, de reconocer el dolor de plantas colindantes y reaccionar a su propia manera. Una planta que esté bajo ataque enemigo —ya sean bacterias, hongos,

o insectos— desprende sustancias químicas que sofocan al agresor. Algunas de la sustancias son volátiles. Las «huelen» sus vecinas, que reaccionan de la misma manera aunque aún no estén siendo atacadas. A algunas especies las asaltan pulgones chupa-savia, insectos especialmente abundantes en las zonas de clima continental capaces de infligir graves daños. El vapor aéreo que generan las plantas no sólo incita a sus vecinas a emitir sustancias químicas defensivas, sino que también avisa a pequeñas avispas que parasitan pulgones, invitándolas a acercarse. Algunas especies adoptan otra tipología de defensa. Las señales se transmiten de planta a planta a través de las briznas de hongos simbióticos que enredan las raíces y conectan una planta con la otra.

También las bacterias organizan sus vidas en base a una comunicación parecida a las feromonas. Las células individuales se juntan, y en ese momento intercambian ADN especialmente valioso entre ellas. A medida que sus poblaciones van incrementando su densidad, algunas especies llevan a cabo una «percepción en quórum». Las sustancias químicas desprendidas en el líquido que envuelve las células son las que provocan la reacción. La percepción en quórum tiene como consecuencia la conducta cooperativa y el establecimiento de colonias. Lo que más hemos estudiado de este segundo proceso es la producción de biopelículas: células larvales que se juntan, se instalan en una superficie y emiten una sustancia que cubre y protege al grupo entero. Estas micro-sociedades organizadas las encontramos por todos lados, fuera y dentro de nuestros cuerpos Entre las más conocidas, son destacables el verdín de las superficies poco limpias de los lavabos o el sarro en dientes mal cepillados.

Hay una explicación evolutiva simple de por qué nos ha costado tanto, como especie, entender la verdadera naturaleza del mundo saturado de feromonas en el que vivimos. Para empezar, somos demasiado grandes como para poder entender las vidas de los insectos y las bacterias sin demasiado esfuerzo. Además, para llegar al nivel del *Homo sapiens*, era necesario que nuestros antepasados tuvieran un gran cerebro; un cerebro que albergara unos bancos de memoria que pudieran crecer lo suficiente como para propiciar el origen del lenguaje y la civilización. Por otro lado, la locomoción bípeda liberó sus manos, lo que posibilitó la construcción de herramientas cada vez más sofisticadas. El gran tamaño cerebral y el bipedalismo fueron responsables de que el ser humano alzara la cabeza por encima de cualquier otro animal —exceptuando a los elefantes y algunos ungulados excepcionalmente grandes—. Como consecuencia de ello, nuestros ojos y orejas se separaron de casi todo el resto de formas de vida. Más del 99% de las especies son demasiado pequeñas y están demasiado atadas a la tierra, muy por debajo de nuestros sentidos, como para que les prestemos especial atención. Por último, nuestros antepasados tenían que comunicarse a través del canal audiovisual, y no el feromónico. Cualquier otro canal sensorial, incluidas las feromonas, hubiera sido demasiado lento.

En resumidas cuentas, las innovaciones evolutivas que nos hicieron amos y

señores del mundo viviente también nos convirtieron en minusválidos sensoriales. Por culpa de eso ignoramos casi toda la vida de la biosfera que hemos estado destruyendo de forma tan descuidada. Eso no tuvo demasiada importancia en los albores de la historia humana, cuando los humanos se propagaron por la Tierra, en una fase logarítmica temprana de su aumento de población. Por aquél entonces no eran muchos, y apenas rascaban la energía y los recursos de la prístina y abundosa vida de la tierra y el océano. Todavía disponían del tiempo y el espacio suficientes como para poder tolerar un gran margen de error. Esos días felices llegaron a su fin. Somos incapaces de interpretar el lenguaje de las feromonas, pero estaría bien conocer más cómo lo hacen los otros organismos; así podríamos salvarlos mejor, y salvar, junto a ellos, la mayor parte del medio ambiente del cual dependemos.

8
Los superorganismos

Imaginemos que estamos de visita turística por un parque del África oriental, con los prismáticos alzados, contemplando leones, elefantes y un popurrí de búfalos y antílopes —los grandes mamíferos más icónicos de la sabana—. De repente, uno de los espectáculos silvestres más magnos e incomprendidos brota de la tierra, a unos pocos metros. Es una colonia de millones de hormigas dorylus, que sale de su nido subterráneo. Son rápidas, van alocadas, están alborotadas; es un torrente de furias pequeñas y esporádicas. Al principio, constituyen una muchedumbre que pulula sin un claro objetivo, pero pronto las hormigas forman una columna que crece hacia fuera, tan densa y compacta que muchas se pisan entre ellas. El conjunto acaba asemejándose a un fardo de cuerdas que se tuerce y retuerce.

No hay ser vivo que se atreva a interactuar con la furiosa columna. Cada una de las carroñeras está dispuesta a morder y picar a cualquier objeto intruso que puedan comerse. Apostadas a lo largo de la columna están las guerreras, notables especialistas en defensa que se posicionan con las piernas levantadas y las mandíbulas tenaza apuntando hacia arriba. Las hormigas dorylus están bien organizadas, pero no tienen líderes. La vanguardia la compone cualquiera de las obreras ciegas que en ese momento se encuentre en primera fila. Se precipitan hacia delante brevemente antes de ceder el paso a las otras que se amontonan detrás.

A unos veinte metros del hormiguero, la punta de la columna empieza a desplegarse adoptando la forma de un abanico, compuesto de columnas cada vez más pequeñas. Rápidamente todo el terreno que se encuentre a su paso queda cubierto de una red de columnas y obreras individuales, cazando y haciéndose con insectos, arañas y otros invertebrados. El objetivo de esta incursión se hace patente. Las hormigas son depredadores universales; recolectan todas las presas pequeñas que puedan someter y traer de vuelta al nido. Las columnas también arrastran hasta el hogar cualquier otro animal más grande, ya sea íntegro o a pedazos, que no haya podido escapar: lagartos, serpientes, mamíferos pequeños y, se rumorea, algún que otro bebé desamparado. Hay una razón que justifica la ferocidad implacable de las hormigas dorylus. Deben alimentar a una gran cantidad de bocas, por lo que necesitan mucha comida y que sea frecuente. De no ser así, el sistema se derrumbaría. La colonia al completo —la suma de exploradoras y obreras domésticas— la constituyen hasta veinte millones de hembras estériles. Todas son descendientes de la reina madre, la hormiga más grande de entre las que se conocen en el mundo (tiene el tamaño de un pulgar), lo cual no es muy sorprendente.

La colonia de las hormigas dorylus es uno de los superorganismos más extremos que nos ha proporcionado la evolución. De contemplarla con la vista un poco empañada, recuerda a una ameba gigantesca que envía un pseudopodio de varios

metros para tragar partículas de comida. Las unidades del superorganismo no son células, como lo son en las amebas y otros organismos, sino organismos individuales, de cuerpo entero y seis patas. Estas hormigas, estas unidades-organismo, se comportan de forma totalmente altruista las unas con las otras y se coordinan de forma tan precisa que recuerdan a la combinación de células y tejido de un organismo. Al ver el espectáculo de la colonia en directo, o incluso en vídeo, es inevitable pensar en términos de «ella» y no de «ellas».

Todas las catorce mil especies que se conocen de hormigas forman colonias que son superorganismos, aunque muy pocas cuentan con una organización tan compleja o tan enorme como la de las hormigas dorylus. Durante casi siete décadas, desde que era pequeño, me he dedicado a estudiar centenares de tipos de hormigas de todas las partes del mundo, tanto las simples como las complicadas. Esta experiencia me otorga el derecho, creo, a opinar sobre cuáles de sus hábitos pueden aplicarse a la vida humana (pero, como verán, su uso práctico deja mucho que desear). Empezaré con la pregunta que más suele plantearme la gente: «¿Qué puedo hacer con las hormigas que hay en mi cocina?» Sólo puedo responder con el corazón: vigila dónde pisas, ve al tanto con sus débiles vidas. La miel, el atún y las migajas de galleta les gustan mucho. Así que esparce esos alimentos por el suelo, y observa atentamente cómo la primera exploradora encuentra el cebo e informa al resto de la colonia desprendiendo una estela de olor. A continuación, si observas la pequeña columna que la sigue hasta la comida, presenciarás una conducta social tan estrambótica que incluso podría ser de otro mundo. Las hormigas de la cocina no son simples bichos o plagas: piensa en ellas como si fueran tu propio superorganismo invitado.

La segunda pregunta más habitual es, «¿qué nos pueden enseñar las hormigas en un plano moral?» Ante lo cual también responderé categóricamente: nada. No hay nada que podamos aprender de las hormigas que nos pueda ser de ayuda a los humanos. En primer lugar, todas las hormigas obreras son hembras. Los machos se crían y se presentan en el hormiguero sólo una vez al año, y muy brevemente. Son unas criaturas feas y penosas con alas, unos ojos enormes, un cerebro diminuto y unos genitales que conforman casi toda la parte trasera de su cuerpo. Cuando están en el hormiguero no trabajan. Sólo sirven para una cosa: inseminar a las reinas vírgenes durante la temporada nupcial, momento en el que todos vuelan hacia el apareamiento. Sólo están hechos para cumplir ese papel dentro del superorganismo: son misiles sexuales voladores robóticos. Tras aparearse, o tras hacer todo lo posible para aparearse (dar con una reina virgen puede suponerles un esfuerzo considerable a los machos), no se les permite volver al hogar; al contrario, están programados para morir en cuestión de horas, normalmente víctimas de depredadores. He aquí la lección moral: aunque como casi todos los americanos culturizados soy un acérrimo partidario de la igualdad de género, considero que el sexo tal como lo practican las hormigas es un poco extremo.

Volvamos un momento a la vida en el hormiguero. Muchos tipos de hormigas se

comen a sus muertos. Es algo que resulta bastante desagradable, pero hay más: algunas también se comen a los heridos. Quizás el lector haya visto cómo hormigas obreras rescatan a compañeras de nido que (accidentalmente, y no de forma deliberada, o eso espero) han sido aplastadas y/o aniquiladas con el pie y ha dado por sentado que era un acto de heroísmo en el campo de batalla. La finalidad, ¡ay!, es mucho más siniestra.

A medida que las hormigas envejecen, pasan más tiempo en las cámaras y túneles más externas de su hormiguero, y son más proclives a emprender exploraciones peligrosas en el exterior. También son las primeras que salen a luchar contra las hormigas enemigas y otros intrusos que invadan sus territorios y aparezcan en las entradas del hormiguero. Ésta es una diferencia significativa entre humanos y hormigas: nosotros enviamos a nuestros hombres jóvenes al campo de batalla, las hormigas mandan a sus señoras mayores. Aquí no aprenderemos ninguna lección moral, a no ser que nos interese dar con una fórmula barata para lidiar con las personas de la tercera edad.

Las hormigas enfermas siguen a las viejas hasta el perímetro del hormiguero, e incluso salen al exterior. Considerando que no hay hormigas médicas, no salen del nido para encontrar una clínica, sino principalmente para proteger al resto de la colonia de una posible enfermedad contagiosa. Algunas hormigas mueren fuera del hormiguero víctimas de infecciones de hongos y gusanos trematodos, lo que les permite a estos organismos esparcir sus propias crías. Este comportamiento puede malinterpretarse fácilmente. Si el lector ha visto demasiadas películas de Hollywood —como yo— sobre alienígenas invasores y zombis, quizás se pregunte si el parásito controla el cerebro de su anfitrión. La realidad es mucho más sencilla. La hormiga enferma tiene una tendencia hereditaria a proteger a sus compañeras abandonando el hormiguero. El parásito, por su parte, ha evolucionado para poder aprovecharse de estas hormigas tan socialmente responsables.

Las sociedades más complejas de entre todas las especies de hormiga, y podría decirse de entre todos los tipos de animales, son las cortadoras de hojas de los trópicos americanos. En los bosques bajos y las praderas de México y de la Sudamérica más cálida y templada, encontramos llamativas hileras alargadas de hormigas rojizas de tamaño mediano. Muchas transportan trozos de hojas, flores y ramitas recién cortadas. Las hormigas beben savia pero no comen la fresca vegetación en su estado sólido. En vez de ello, se llevan esos materiales al interior de sus hormigueros, donde hacen de ellos una variedad de estructuras complejas similares a las esponjas. Y en este sustrato cultivan hongos que sí pueden comer. Todo ese proceso, desde la recolección de plantas en su estado crudo hasta el producto final, lo lleva a cabo una línea de montaje dividida en especialistas. Las cortadoras que salen al exterior son de tamaño mediano. En su camino de vuelta al hormiguero son incapaces de defenderse porque cargan materiales, y las increpan moscas fóridas parasitarias que se dedican a poner huevos de cuyos cascarones salen

larvas carnívoras. Este problema lo solventan bastante portando pequeñas hormigas obreras hermanas que cabalgan en sus lomos, como si fueran *mahouts* encima de elefantes, y ahuyentan a las moscas sacudiendo las patas traseras. Dentro del hormiguero, obreras de un tamaño un poco menor que las recolectoras cortan los fragmentos en piezas de un milímetro de diámetro. Hormigas más pequeñas mastican los fragmentos, los escupen en forma de bola y añaden sus propias heces a modo de fertilizante. Otras obreras incluso más pequeñitas utilizan las bolas pegajosas para construir los jardines. Finalmente, las obreras más diminutas, del mismo tamaño que las guardias anti-moscas, plantan los hongos en los jardines y se ocupan de ellos.

Existe una casta adicional de hormigas cortadoras de hojas, conformada por la obreras más grandes de todas. Tienen cabezas desproporcionadamente grandes hinchadas con músculos aductores. Éstos cierran sus afiladísimas mandíbulas con una fuerza tan bestial que serían capaces de rajar cuero (por no hablar de la piel humana). Al parecer, se especializan en defender la colonia de los depredadores más peligrosos, particularmente los osos hormigueros, así como otros mamíferos de tamaño notable. Las guerreras permanecen en lo profundo del hormiguero, y sólo salen a la carga cuando el nido corre un grave peligro. En un viaje reciente a Colombia, di con la forma de sacar a la superficie a estas bestias con facilidad. Sabía que la estructura de los hormigueros de las cortadoras es como un sistema de aire acondicionado gigante. Los canales más cercanos al centro acumulan aire gastado, cargado de CO_2, caldeado por los jardines y los millones de hormigas que los habitan. A medida que se caldea el aire, se mueve por convección a través de aperturas situadas justo encima. Al mismo tiempo, en el hormiguero entra aire fresco a través de entradas a canales repartidas por la periferia. Descubrí que si soplaba por estos canales periféricos, provocando que mi aliento mamífero llegara al centro del hormiguero, las guerreras cabezonas poco tardaban en salir a buscarme. Y reconozco que esta observación no tiene ningún uso práctico, a no ser que al lector le motive la idea de que le persigan hormigas enloquecidas.

Los superorganismos avanzados de las hormigas, abejas, avispas y termitas han alcanzado un nivel cercano a la civilización basándose casi exclusivamente en el instinto. Lo han hecho con cerebros cuyo tamaño es una millonésima parte del volumen de los cerebros humanos. Y han conseguido esa hazaña con un número de instintos notablemente limitado. Imaginémonos la evolución de un superorganismo como si fuera la construcción de un mecano. Con tan sólo unas pocas piezas básicas unidas de formas distintas es posible fabricar gran variedad de estructuras. En la historia evolutiva de los superorganismos, aquellos que sobreviven y se reproducen más eficazmente son los que a día de hoy nos deslumbran con su sofisticada complejidad.

Las pocas especies afortunadas que evolucionaron hasta convertirse en colonias superorganismo también han gozado, en conjunto, del mayor éxito. Las aproximadamente veinte mil especies que conocemos de insectos sociales (el

conjunto de hormigas, termitas, abejas sociales y avispas) constituyen sólo un dos por ciento del millón (aproximadamente) de especies de insecto que conocemos, pero suman tres cuartos de la biomasa de insectos.

La complejidad, sin embargo, conlleva cierta vulnerabilidad, y esto me lleva a otro de los superorganismos superestrella, la abeja doméstica, y a una lección moral. Cuando los animales solitarios o poco sociales que hemos aceptado como simbióticos —pollos, cerdos, perros— caen víctimas de una enfermedad, sus vidas son lo suficientemente sencillas como para que los veterinarios puedan detectar y curar la mayoría de problemas. Las vidas de las abejas, sin embargo, son más complejas que las de todos nuestros compañeros domésticos. Hay muchísimos más vaivenes en su adaptación al entorno que si fallaran podrían perjudicar una parte u otra del ciclo vital de la colonia. Hasta ahora la imposibilidad de tratar con el trastorno del colapso de las colonias de abejas en Europa y Norteamérica, que pone en peligro gran parte de la polinización de los cultivos y el suministro de alimentos a día de hoy, quizás represente una debilidad intrínseca de los superorganismos en general. Quizás, como también nos sucede a nosotros, con nuestras ciudades avanzadas y nuestra alta tecnología interconectada, es su excelencia lo que más las ha hecho peligrar.

De vez en cuando se habla de las sociedades humanas como si fueran superorganismos, lo que no deja de ser bastante exagerado. Es cierto que formamos sociedades que se basan en la cooperación, en la especialización laboral y en frecuentes actos de altruismo. Pero si bien los insectos sociales se rigen casi exclusivamente por el instinto, nosotros basamos la división del trabajo en la transmisión de la cultura. Además, a diferencia de los insectos, somos seres demasiado egoístas como para poder emular las células de un organismo. Casi todos los seres humanos persiguen su propio destino. Quieren reproducirse por sí solos, o por lo menos disfrutar de alguna forma de práctica sexual adecuada a esa finalidad. Siempre se levantarán en contra de la esclavitud; nunca dejarán que los traten como hormigas obreras.

9
Por qué los microbios dominan la galaxia

Más allá del sistema solar hay vida de algún tipo. Los expertos están de acuerdo en que no muy lejos, a un centenar de años luz del sol, hay un número reducido de planetas parecidos a la Tierra que orbitan alrededor de estrellas. Es posible que pronto, quizás en una o dos décadas, obtengamos pruebas claras de su existencia, ya sean positivas o negativas. Las obtendremos mediante espectrometrías de la luz procedente de estrellas madre que circula por las atmósferas de los planetas. Si los analistas detectan «biofirmas» bajo la forma de moléculas de gas de una tipología que sólo pueda ser generada por organismos (o si son mucho más abundantes de lo que sería normal para un equilibrio no viviente de gases), la existencia de vida alienígena ya no sería algo hipotéticamente congruente sino que sería algo muy probable.

Como científico que estudia la biodiversidad, y, lo que quizás es más importante, como optimista innato por naturaleza, creo que puedo sumar credibilidad a la búsqueda de vida extrasolar partiendo de la historia de la propia Tierra. Aquí la vida surgió rápidamente cuando las condiciones fueron favorables. Nuestro planeta nació hace unos 4.540 millones de años. Cuando la superficie pasó a ser mínimamente habitable, en cuestión de cien o doscientos millones de años, los microbios no tardaron en aparecer. El intervalo entre los tiempos inhabitados y los habitables quizás le parezca una eternidad a nuestra mente humana, pero si lo enmarcamos dentro de toda la historia de la Via Láctea —de unos catorce mil millones de años— apenas es un abrir y cerrar de ojos.

Está claro que el origen de la vida en la Tierra sólo es un dato más de este inmenso universo. Pero los astrobiólogos, sirviéndose de tecnología cada vez más avanzada cuya principal función es detectar vida alienígena, creen que por lo menos algunos planetas de nuestro sector de la galaxia —y probablemente muchos— habrán albergado génesis biológicas similares. Según ellos, los principales requisitos son que los planetas tengan agua y que se muevan siguiendo una órbita «Ricitos de Oro»: lo suficientemente lejos de la estrella madre como para no achicharrarse pero lo suficientemente cerca como para que su agua no esté permanentemente helada. También hay que tener en cuenta, por otro lado, que no todos los planetas inhóspitos tienen por qué haberlo sido siempre. Es más, en una superficie aparentemente estéril quizás todavía existan pequeños reductos de hábitats —oasis— que alberguen organismos. Por último, en alguna parte podría haberse originado vida con elementos moleculares distintos a los del ADN y las fuentes de energía que utilizan los organismos terráqueos.

Hay un pronóstico que parece ineludible: sea cual sea la tipología de vida alienígena, independientemente de que prospere en la tierra o en el agua o se aferre a pequeños oasis, consistirá en microbios, principal o totalmente. En la Tierra estos

organismos, que suelen ser tan pequeños que no podemos verlos a simple vista, reúnen la mayoría de protistas (como las amebas y los paramecios), las algas y los hongos microscópicos, y los más pequeños: las bacterias, las arqueas (parecidas a las bacterias pero muy distintas a nivel genético), los picozoas (protistas ultrapequeños que los biólogos han identificado recientemente), y los virus. En términos comparativos: si una célula humana (de entre billones), una ameba solitaria o un alga fueran el equivalente a una pequeña ciudad, una bacteria o arquea serían del tamaño de un campo de fútbol y un virus sería del tamaño de un balón.

La fauna y la flora microbianas de la Tierra son por lo general extremadamente resistentes. Se instalan en hábitats que de primeras podrían parecer ratoneras. Si un astrónomo extraterrestre escaneara la Tierra no vería, por ejemplo, las bacterias que medran en las espumas volcánicas de las profundidades marítimas —donde el agua tiene una temperatura por encima de la ebullición— u otras especies bacterianas en vapores de minas, cuyo pH es equiparable al del ácido sulfúrico. El extraterrestre no sería capaz de detectar los abundantes organismos microscópicos que subsisten en la superficie de los valles secos de McMurdo, en la Antártida —esta superficie, parecida a la de Marte, es considerada el entorno más inhóspito de toda la Tierra, exceptuando los casquetes glaciales polares—. El extraterrestre no identificaría el *Deinoccus radiodurans*, una bacteria terrícola tan resistente a la radiación letal que el recipiente de plástico donde se cultivan se decolora y resquebraja antes de que muera la última célula.

¿Puede ser que otros planetas del sistema solar alberguen tales extremófilos (como los llamamos los biólogos de la Tierra)? Es posible que evolucionaran seres vivientes en los antiguos mares de Marte, que a día de hoy sobrevivirían en acuíferos profundos de agua líquida. En la Tierra existen bastantes casos parecidos a este tipo de regresión subterránea. En todos los continentes encontramos abundantes cavernas que son ecosistemas avanzados. Todas albergan microbios, y en la mayoría de partes del mundo también insectos, arañas e incluso peces, todos con una anatomía y una conducta ideadas para subsistir en entornos totalmente oscuros y empobrecidos. Y más impresionantes son los ecosistemas microbianos litoautotrópicos de subsuperficie, que se distribuyen por las grietas de la tierra y las rocas, desde la superficie hasta llegar a una profundidad de 1,4 kilómetros. Albergan bacterias que viven de la energía que extraen del metabolismo de las rocas. Recientemente se han descubierto nuevas especies de nematodos en las profundidades subterráneas. Son pequeños gusanos que pueden encontrarse repartidos por todo el planeta y que se alimentan de esa energía.

Hay lugares del sistema solar aparte de Marte donde también podemos buscar organismos, al menos aquellos cuya biología sea la de los llamados extremófilos. Tiene sentido ir a la búsqueda de microbios en los islotes acuáticos situados debajo o alrededor de los géiseres de Encélado, la pequeña luna hiperactiva de Saturno. Y cuando surja la oportunidad, deberíamos —según mi parecer— sondear los vastos

océanos acuáticos de las lunas de Júpiter —Calisto, Europa y Ganímedes—, así como los lagos de Titán, una luna de Saturno incluso mayor. Todos están recubiertos de gruesos armazones de hielo. Aunque las superficies sean brutalmente frías e inertes, por debajo, las profundidades son lo suficientemente cálidas como para albergar organismos vivos. A la larga podríamos, si quisiéramos, perforar dichos armazones para llegar a esas aguas, lo mismo que están haciendo unos exploradores científicos en el lago Vostok, que lleva sellado un millón de años (o más) debido al casquete de hielo de la Antártida.

Algún día, puede que en este siglo, los humanos, o más probablemente nuestros robots, visitaremos estos lugares en búsqueda de formas de vida. Tenemos la obligación de ir; y creo que si lo hacemos es porque la conciencia humana colectiva se marchita si le faltan fronteras. El deseo de odiseas y aventuras lejanas es algo que llevamos en nuestros genes.

La finalidad última los astrónomos y biólogos que miran hacia el exterior es por supuesto llegar más lejos, mucho más lejos, recorrer el espacio a través de distancias casi incomprensibles, llegar a las estrellas y a los planetas potencialmente habitados de su alrededor. Ya que el espacio sideral es transparente a la luz, el descubrimiento de vida alienígena muy remota es un sueño la mar de asequible. Se descubrirán muchos objetivos potenciales entre las cantidades de datos que el telescopio espacial Kepler recolectó antes de estropearse en 2013, así como los de otros satélites en fase de planificación y los telescopios terrestres más potentes. Y en breve. A mediados de 2013 se habían descubierto casi 900 planetas extrasolares, y se prevé que en el futuro inmediato se encuentren otros miles. Una extrapolación reciente (debemos tener en cuenta que en el campo de la ciencia las extrapolaciones son un procedimiento arriesgado) pronostica que una quinta parte de las estrellas tienen planetas orbitando a su alrededor que son del mismo tamaño que la Tierra. De hecho, el tipo de sistemas más común de entre los detectados hasta ahora incluye planetas cuyo tamaño es una, dos o tres veces el de la Tierra, y por lo tanto cuya gravedad será parecida a la de la Tierra.

¿Qué nos revela todo esto sobre la posible existencia de formas de vida en el espacio exterior? En primer lugar, tengamos en cuenta la siguiente estimación: existen diez estrellas de varios tipos a unos diez años-luz del sol, unas 15.000 a cien años luz, y unas 260.000 a 250 años luz. Si tenemos presente, como indicación, la aparición temprana de la vida dentro del marco de la historia geológica de la Tierra, es plausible que en total, los planetas habitados cercanos —a unos cien años luz— sumen decenas o centenares.

Encontrar una forma de vida extraterrestre, aunque fuera muy primitiva, supondría un antes y un después en la historia de la humanidad. En lo referente a la imagen que tenemos de nosotros mismos, confirmaría que el diseño de la existencia de los humanos en el universo es infinitamente humilde —y que su éxito es infinitamente majestuoso—.

Los científicos querrán (desesperadamente) conocer el código genético de los microbios extraterrestres, siempre y cuando se localicen tales organismos en otras partes del sistema solar y se pueda estudiar su genética molecular. Este paso es posible mediante el uso de herramientas robóticas, algo que descarta la necesidad de traer los organismos a la Tierra. El descubrimiento revelaría cuál de las dos conjeturas opuestas al respecto del código de la vida es la correcta. En primer lugar, si los microbios extraterrestres presentan un código distinto al terrícola, su biología molecular sería diferente hasta cierto punto. Y si resulta que ése es el caso, es posible que se estableciera instantáneamente una biología totalmente nueva. Es más; nos veríamos obligados a concluir que el código que utilizan los organismos terráqueos es probablemente uno de entre una variedad de posibilidades galácticas, y que los códigos de otros sistemas estelares surgieron como adaptaciones a entornos muy distintos a los de la Tierra. Si, por otro lado, el código de los extraterrestres es básicamente el mismo que el de los organismos terráqueos, eso implicaría (aunque no podría demostrarse) que la vida, surja donde surja, sólo puede constar de un único código, el mismo que resultó de la génesis biológica de la Tierra.

También es posible que algunos organismos lograran viajar de un planeta a otro flotando a través del espacio, subsistiendo en un estado de inactividad criogénica durante miles o millones de años, resguardándose de algún modo u otro de la radiación cósmica galáctica y esquivando las oleadas de partículas energéticas solares. El viaje interplanetario (o incluso interestelar) de microbios, llamado pangénesis, suena a ciencia ficción. Lo admito: me da un poco de vergüenza mencionarlo. Pero, aunque sea una posibilidad remota, debemos tenerlo en consideración. No conocemos lo suficiente sobre la gran variedad de bacterias, arqueas y virus de la Tierra como para llegar a conclusiones al respecto de sus extremos de adaptación evolutiva, sea aquí o en otras partes del sistema solar. De hecho, ahora sabemos que algunas bacterias terráqueas están preparadas para el viaje espacial, aunque quizás ninguna lo haya conseguido. Hay una gran cantidad de bacterias vivas en la atmósfera mediana y superior, a unas altitudes de entre seis y diez kilómetros. Un 20% de las partículas presentan unos diámetros de entre 0,25 y 1 micrones. Algunas de las especies son capaces de metabolizar los compuestos de carbono que tienen a su alrededor, en los mismos estratos, sean del tipo que sean. ¿Esas bacterias mantienen poblaciones que van creciendo? ¿O, al contrario, sólo son viajantes transitorias que las corrientes de aire han alzado por encima de la superficie de la tierra? Aún no podemos responder a esas preguntas.

Quizás ha llegado el momento de salir a pescar microbios a varias distancias de la atmósfera terrestre, con redes compuestas de láminas ultrafinas remolcadas por satélites en órbita, enviados a través del espacio, por miles de millones de kilómetros cúbicos, que luego se recogerían y recuperarían para poderse estudiar. Una incursión de esa índole perpetrada en el espacio exterior quizás brindaría resultados sorprendentes. Ya sólo por el descubrimiento de especies nuevas y anómalas de

bacterias terrícolas, capaces de subsistir bajo condiciones muy hostiles —o la ausencia de ese tipo de organismos— merecería la pena el esfuerzo. Nos ayudaría a responder dos de las preguntas clave de la astrobiología: ¿en qué condiciones medioambientales extremas pueden subsistir los miembros actuales de la biosfera terrícola? Y, ¿podría ser que aparecieran organismos en otros mundos bajo condiciones similarmente duras?

10
Retrato de un extraterrestre

Lo que les contaré ahora es especulación, pero no es especulación pura y dura. Se basa en el análisis de la infinidad de especies animales de la Tierra, así como de su historia geológica, información que se extrapola a posibles equivalentes de otros planetas. Así podremos hacer un boceto aproximado del aspecto y la conducta de organismos extraterrestres inteligentes. Llegados a este punto, le pido al lector que no me abandone, que se abstenga de descartar este planteamiento de antemano. En vez de eso, le invito a que se lo tome como un juego científico cuyas reglas van cambiando para adecuarse a los nuevos descubrimientos. Vale la pena echar una partida a este juego. Lo que lograremos, aunque las posibilidades de contactar con alienígenas de nivel humano o superior siempre serán muy remotas, es la construcción de un contexto en el cual podamos trazar una imagen mucho más nítida de nuestra propia especie.

Desde luego, es tentador dejar el tema en manos de Hollywood: a la creación de monstruos horripilantes de *Star Wars* o a los americanos con maquillaje cutre que circulan por *Star Trek*. Reflexionar sobre microbios extraterrestres es una cosa: no es tan difícil imaginar, basándonos en teorías generales, el autoensamblaje de organismos primitivos de un nivel parecido al de las bacterias, arqueas, picozoas y virus de la Tierra; y es posible que los científicos localicen rastros de este tipo de fauna microbiana en otros planetas. Pero concebir el origen de inteligencia extraterrestre a un nivel humano o superior es harina de otro costal. Este nivel evolutivo tan complejo sólo se ha dado una vez en la Tierra, y sucedió con seiscientos millones de años de evolución a sus espaldas, dentro de los confines de una vasta diversidad de vida animal.

Los pasos finales previos a la singularidad humana, es decir, la división altruista del trabajo en un nido protegido, ha sucedido sólo en veinte ocasiones, que sepamos, en toda la historia de la vida. Tres de las líneas que llegaron a este nivel preliminar final son mamíferas, en concreto, dos especies de ratas topo y el *Homo sapiens*, esta última un descendiente extraño de los simios africanos. Catorce de los veinte triunfadores de la organización social son insectos. Tres son camarones marinos que viven en arrecifes de coral. Ninguno de estos animales no-humanos cuenta con un cuerpo ni (por lo tanto) con una capacidad cerebral lo suficientemente grandes como para alcanzar un nivel de inteligencia elevado.

Que la línea prehumana desembocara en el *Homo sapiens* se debe a una oportunidad única sumada a una extraordinaria buena suerte. Las probabilidades eran minúsculas. Si alguna de las poblaciones directamente encaminadas a la especie moderna se hubiera extinguido en algún punto de estos últimos seis millones de años desde la escisión humanos/chimpancés (una posibilidad alarmante, ya que el período

de vigencia geológico medio de las especies mamíferas es de unos quinientos mil años) quizás hubieran pasado *cien millones* de años antes de que apareciera otra especie similar a la humana.

En principio todas estas piezas también tendrían que encajar en otros lugares del sistema solar. Lo más razonable es que la existencia de extraterrestres inteligentes sea tan inverosímil como excepcional. Siendo conscientes de ello, y suponiendo que existen, es procedente que nos preguntemos cuán cerca de la Tierra podríamos encontrar extraterrestres similares a los humanos o de inteligencia superior. He aquí mi opinión. Primero tengamos en cuenta que de los muchos miles de especies de animales terrestres grandes que han prosperado en la Tierra los últimos cuatrocientos millones de años, sólo la nuestra ha evolucionado así. A continuación consideremos que aunque un 20% o más de los sistemas estelares puedan contar con planetas similares a la Tierra girando a su alrededor, sólo algunos de ellos tendrán agua y girarán en una órbita Ricitos de Oro (recordemos: lo suficientemente lejos de la estrella madre como para no asarse, lo suficientemente cerca como para no estar siempre ultracongelados). Ciertamente, son pruebas bastante escasas, pero ponen en duda la evolución de una inteligencia elevada en alguno de los diez sistemas estelares que están a una distancia de diez años luz del sol. Existe la posibilidad —leve, pero a decir verdad imposible de comprobar de forma fiable— de que el acontecimiento se haya dado a una distancia de cien años luz del sol, un radio que abarca quince mil sistemas solares. A una distancia de 250 años luz (260.000 sistemas estelares), las posibilidades se incrementan de forma sustancial. A esa distancia, si nos basamos en la experiencia de la Tierra, lo incierto o apenas posible pasa a ser probable.

Concedámosles a los escritores de ciencia ficción y a los astrónomos su sueño: que existan, en alguna parte, extraterrestres civilizados, aunque sea a esa distancia incomprensible. ¿Cómo serían? Voy a permitirme una segunda conjetura razonada. Si combinamos la evolución y las propiedades peculiares de la naturaleza humana hereditaria con las adaptaciones conocidas de millones de otras especies de la gran biodiversidad terráquea, creo que es posible dibujar un retrato lógico, aunque desde luego muy tosco, de un alienígena similar a los humanos habitante de planetas similares a la Tierra.

Los extraterrestres son en esencia terrestres, no acuáticos. En sus últimos pasos de evolución biológica, que desembocaron en un nivel humano de inteligencia y civilización, habrán utilizado fuego controlado o alguna otra fuente de alta energía para poder desarrollar una tecnología que vaya más allá de las primeras etapas.

Los extraterrestres son animales relativamente grandes. A juzgar por los animales terrestres más inteligentes —que son, en orden decreciente, los monos y simios del Viejo Mundo, los elefantes, los cerdos, y los perros— los extraterrestres de planetas cuya masa es la misma que la de la Tierra (o parecida) evolucionaron de ancestros que pesaban entre diez y cien quilos. En la mayoría de especies, un cuerpo más pequeño conlleva un cerebro más pequeño, y por lo tanto una capacidad de

almacenamiento de memoria menor y una inteligencia inferior. Sólo los animales grandes pueden albergar el tejido neuronal necesario para ser inteligentes.

Los extraterrestres son audiovisuales a nivel biológico. Su tecnología avanzada, al igual que la nuestra, les permite intercambiar información en diferentes frecuencias, dentro de un sector muy amplio del espectro electromagnético. Pero en su pensamiento y su forma de hablar cotidianos utilizan la vista como nosotros, sirviéndose de una pequeña sección del espectro, junto a sonidos creados con oleadas de presión de aire. Se necesitan ambas para lograr una comunicación ágil. La vista de los extraterrestres puede que por sí sola les permita ver la luz ultravioleta como hacen las mariposas, o algún otro color primario, todavía desconocido, que esté fuera del espectro de frecuencia de ondas que perciben los humanos. Quizás podamos percibir su comunicación auditiva de inmediato, pero es muy posible que su tono sea excesivamente agudo, como el de ciertas cigarras u muchos otros insectos, o demasiado grave, como el de los elefantes. En el mundo microbiano del cual dependen los extraterrestres, y probablemente en la mayor parte del mundo animal, casi toda la comunicación es vía feromonas, sustancias químicas secretadas cuyo olor y gusto transportan significados. Los extraterrestres, sin embargo, serán incapaces, al igual que nosotros, de utilizar ese medio. Aunque teóricamente sea posible enviar mensajes complejos mediante una secreción controlada de olor, la modulación de frecuencia y amplitud necesaria para crear un lenguaje sólo es posible en un margen de pocos milímetros.

Por último, ¿es posible que los extraterrestres interpreten expresiones faciales o lenguajes de signos? Por supuesto. ¿A través de ondas? Mucho me temo que eso es imposible, a no ser que utilicen una tecnología neurobiológica compleja.

Tienen una cabeza perceptible, grande, situada al frente. Los cuerpos de todos los animales terrestres de la Tierra son relativamente alargados, y la mayoría son simétricos bilateralmente; el lado izquierdo y el derecho de sus cuerpos son reflejos recíprocos. Todos tienen cerebros con receptores sensoriales fundamentales situados en la cabeza, ubicados justamente ahí para garantizar un escaneo, una integración y una acción rápidos. Los extraterrestres son iguales. Su cabeza, también grande en comparación con el resto del cuerpo, contiene un compartimiento especial que aloja los bancos de memoria (que por fuerza tienen que ser de dimensiones considerables).

Sus mandíbulas y dientes son leves o medianos. En la Tierra las mandíbulas pesadas y las enormes dentaduras afiladas indican una dependencia de vegetación tosca. La presencia de colmillos y cuernos denota o bien la necesidad de defensa contra depredadores, o la rivalidad entre machos de la misma especie, o ambas cosas. Durante su desarrollo evolutivo, lo más probable es que los ancestros de los alienígenas dependieran de la cooperación y la estrategia en vez de la fuerza bruta y el combate. Probablemente también fueran omnívoros, como los humanos. Sólo una dieta extensa y energética, compuesta por carne y verduras, podría generar las poblaciones relativamente grandes que se necesitan para la última fase de la

evolución —que en el caso de los humanos se dio con la aparición de la agricultura, las aldeas y otros atavíos de la revolución Neolítica—.

Su inteligencia social es muy elevada. Todos los insectos sociales (hormigas, abejas, avispas, termitas) así como los mamíferos más inteligentes viven en grupos cuyos miembros compiten y cooperan entre ellos continua y simultáneamente. La capacidad de encajar en una red social compleja y cambiante concede una ventaja darwiniana tanto a los grupos como a los miembros individuales que los conforman.

Los extraterrestres tienen un número reducido de apéndices locomotores libres, diseñados para ejercer la máxima fuerza mediante rígidos esqueletos internos o externos compuestos de segmentos que giran sobre goznes (como los codos o las rodillas de los humanos). Al menos dos de esos apéndices terminan en dígitos cuyas puntas son carnosas y cuyo tacto y agarre son sensibles. Desde que los primeros peces con aletas en los lóbulos emergieron de las aguas de nuestro planeta, hace unos cuatrocientos millones de años, todos sus descendientes, desde las ranas y las salamandras hasta las aves y los mamíferos, han contado con cuatro extremidades. Es más, algunos de los invertebrados terrestres más exitosos y abundantes son los insectos, que poseen seis apéndices locomotores, y las arañas, que tienen ocho. Un número reducido de apéndices es, por lo tanto, algo evidentemente bueno. Además, sólo los chimpancés y los humanos inventan artefactos, cuya naturaleza y diseño varían dependiendo de la cultura. Pueden hacerlo gracias a la versatilidad de las suaves puntas de sus dedos. Es difícil imaginarse una civilización que dependa de picos, garras y espátulas.

Son seres morales. La cooperación entre los miembros de un mismo grupo, basada hasta cierto punto en el sacrificio, es lo que define a las especies altamente sociales de la Tierra. Ha emergido de la selección natural tanto a nivel individual como grupal, especialmente en el segundo. ¿Los extraterrestres presentarían una tendencia moral parecida? ¿Y la extenderían a otras formas de vida, como hemos hecho nosotros (aunque no perfectamente) con la conservación de la biodiversidad? Si la fuerza impulsora de su evolución original es similar a la nuestra, lo cual es probable, creo que poseerían códigos morales comparables a los nuestros, basados en el instinto.

Puede que el lector se haya fijado en que hasta ahora sólo he intentado imaginarme a los extraterrestres tal como debieron ser en el inicio de sus civilizaciones. Es el equivalente a un retrato de los humanos de la era Neolítica. Tras ese período, nuestra especie progresó gracias a una evolución cultural, a lo largo de diez milenios: desde los rudimentos de la civilización —desde las aldeas desperdigadas— hasta la comunidad tecnocientífica global de hoy en día. Es probable que, sólo por casualidad, las civilizaciones extraterrestres hicieran el mismo salto hace milenios, e incluso miles de milenios. Ya que dispondrán de una capacidad intelectual similar a la nuestra, y que posiblemente sea incluso mayor, ¿podría ser que hubieran diseñado su propio código genético para modificar su biología?

¿Agrandaron sus capacidades personales de memoria y desarrollaron nuevas emociones, reduciendo a su vez las viejas, lo que aportaría a la ciencia y a las artes una creatividad fresca e ilimitada?

No creo. Ni tampoco lo harán los humanos, exceptuando la modificación de genes mutantes que causan enfermedades. Considero que modernizar el cerebro y el sistema sensorial de los humanos es innecesario para la supervivencia de la especie, y, en cierta manera, sería incluso suicida. Después de haber conseguido que pueda accederse a todo el conocimiento cultural con la pulsación de unas pocas teclas, y tras lograr la construcción de robots que son mejores que nosotros a la hora de pensar y de trabajar —proyectos que ya llevan tiempo en marcha—, ¿qué nos quedará por hacer a los humanos? Sólo es posible una respuesta: optaremos por conservar la mente humana que tenemos hoy; una mente excepcionalmente enrevesada, autocontradictoria, conflictiva consigo misma, infinitamente creativa. Ésa es la verdadera Creación, el don que se nos otorgó antes de que lo reconociéramos como tal, antes de que supiéramos su significado, antes de la invención de la imprenta de tipos móviles, antes de que emprendiéramos viajes espaciales. Seremos conservadores existenciales: decidiremos no inventar un nuevo tipo de mente para injertarla encima de los sueños (desde luego débiles y erráticos) de nuestra vieja mente, ni tampoco optaremos por suplantarla. Y me tranquiliza creer que los extraterrestres inteligentes, estén donde estén, habrán llegado a esa misma conclusión.

Por último, si los extraterrestres supieran de la existencia de la Tierra en lo más mínimo, ¿querrían colonizarla? En teoría, muchos de ellos, a lo largo de los últimos millones o centenares de millones de años, podrían haberlo sopesado como posibilidad. Supongamos que, desde los tiempos de la era paleozoica de la Tierra, haya surgido una especie extraterrestre conquistadora en alguna parte de nuestra área del universo. Al igual que la especie humana, desde sus inicios ya estaba obcecada en invadir todos los mundos habitables que tuviera al alcance. Imaginemos que su interés en un *lebensraum* cósmico empezara hace un centenar de millones de años, en una galaxia ya vieja. Imaginemos (razonablemente) también, que desde que emprendieron la campaña tardaron diez milenios en llegar hasta el primer planeta habitable; y que desde ahí, una vez perfeccionada la tecnología, los colonos dedicaran otros diez milenios más a organizar un ejército lo suficientemente grande como para ocupar diez planetas más. De seguir ese progreso exponencial, la superpotencia ya habría colonizado la mayor parte de la galaxia.

He aquí dos buenas razones por las cuales las conquistas galácticas nunca se han emprendido —ni tampoco se han empezado— y, por lo tanto, por qué nuestro pobre y pequeño planeta nunca ha sido colonizado ni nunca lo será. Existe la posibilidad remota de que sondas robóticas estériles hayan visitado la Tierra, o que lo hagan en un futuro lejano, pero no vendrán acompañadas de sus creadores orgánicos. Todos los extraterrestres tienen un punto débil fatal. Lo más seguro es que sus cuerpos porten

microbiomas, ecosistemas enteros de microorganismos simbióticos, similares a los que los cuerpos humanos necesitan para existir. Los colonos extraterrestres se verían forzados a traer consigo plantas que se puedan cosechar, equivalentes a las algas, u otros organismos recolectores de energía, o por lo menos organismos sintéticos que les suministraran alimentos. Darían por sentado, correctamente, que hay especies terráqueas de animales, plantas, hongos y microorganismos que podrían acabar con ellos y con sus simbiontes, porque los orígenes de ambos mundos vivientes —el nuestro y el suyo— son radicalmente distintos. No tenemos nada que ver con su maquinaria molecular, y a saber cuáles fueron las sendas de la evolución, de entre una infinidad de posibilidades, que produjeron las formas de vida que luego unió la colonización. Los ecosistemas y las especies del mundo alienígena serían totalmente incompatibles con los nuestros.

La consecuencia del encuentro sería un desastre biológico total. Los primeros en morir serían los colonos alienígenas. Los residentes —los humanos y toda la fauna y flora de la Tierra, a las cuales nos hemos adaptado de forma tan exquisita— no nos veríamos perjudicados, sólo brevemente y en zonas específicas. El choque entre nuestros mundos no sería igual que el intercambio actual de especies de plantas y animales entre Australia y África, o entre América del Sur y América del Norte. Es cierto que tal mezcla intercontinental, producto de nuestra propia especie, ha infringido daños considerables a los ecosistemas nativos. Muchos de los colonos aguantan como especie invasora, especialmente en aquellos hábitats que los humanos hayan alterado. Algunos logran que especies nativas se extingan. Pero no es nada comparado con la despiadada incompatibilidad biológica que sentenciaría a los colonos interplanetarios. Para poder colonizar un planeta habitable, lo primero que tendrían que hacer los alienígenas sería aniquilar todas sus formas de vida, hasta el último microbio. Mucho mejor quedarse en casa, al menos durante unos pocos miles de millones de años más.

Esto me lleva al segundo motivo por el cual nuestro pequeño y frágil planeta no debe temer a los extraterrestres. Los alienígenas que sean lo suficientemente inteligentes como para poder explorar el espacio sin duda serán también conscientes de la ferocidad y el riesgo letal que implica la colonización biológica. Habrían llegado a la conclusión, a diferencia de nosotros, que para evitar una extinción o una reversión causadas por unas condiciones insoportablemente duras en su planeta de origen, lograr la sostenibilidad y establecer unos regímenes políticos estables sería más importante que salir de su sistema estelar a darse un paseo. Puede que hayan decidido explorar otros planetas habitados —muy discretamente, con robots— pero no emprender invasiones. No tendrían la necesidad de hacerlo, a no ser que su planeta de origen estuviera en proceso de destrucción. Y si hubieran encontrado la forma de viajar entre sistemas solares, también habrían descubierto cómo evitar la destrucción planetaria.

Hay forofos de los viajes espaciales que a día de hoy aún creen que la humanidad

podría emigrar a otro planeta después de que agotáramos éste. Deberían tener en cuenta un principio que considero universal, tanto para nosotros como para todos los extraterrestres: sólo existe un planeta habitable, y es la única posibilidad que tiene la especie de lograr la inmortalidad.

11
El ocaso de la biodiversidad

Fijémonos en la biodiversidad de la Tierra, esto es, la variedad de vida del planeta, como si fuera un dilema envuelto en una paradoja. La paradoja es la contradicción siguiente: cuantas más especies extingue la humanidad, más especies van descubriendo los científicos. Sin embargo, como los conquistadores que fundieron el oro inca, reconocen que el gran tesoro se agotará algún día —y más bien pronto—. El dilema surge de esa realidad. ¿Deberíamos poner fin a la destrucción por el bien de futuras generaciones, o al contrario, continuar modificando el planeta para satisfacer nuestras necesidades inmediatas? Si optamos por lo segundo, el planeta Tierra entrará a lo loco, y de forma irreversible, en una nueva fase de su historia, que algunos llaman el Antropoceno; una era protagonizada exclusivamente por nuestra especie, con todas las demás formas de vida asumiendo un papel secundario. El Eremoceno, la era de la soledad, me parece mejor nombre para este futuro tan deprimente.

Los científicos dividen la biodiversidad (es decir, el resto de formas de vida) en tres niveles. En la posición más elevada están los ecosistemas, por ejemplo los prados, los lagos y los arrecifes de coral. Justo debajo figuran las especies que constituyen, a su vez, cada uno de esos ecosistemas. Y en la base encontramos los genes que prescriben las características distintivas de cada una de las especies.

Podemos medir de forma práctica la biodiversidad fijándonos en la cantidad de especies. Cuando en 1758 Carlos Linneo emprendió la clasificación taxonómica formal que aún utilizamos hoy en día, reconoció unas veinte mil especies en el mundo entero. Linneo pensaba que sería capaz, junto a sus estudiantes y ayudantes, de identificar la mayoría o la totalidad de la fauna y flora del planeta. En 2009, según el Estudio de Recursos Biológicos australiano, el número de especies había llegado a los 1,9 millones. En 2013 probablemente ya fueran dos millones. Pero todavía nos encontramos en una fase primeriza del viaje que emprendió Linneo. Desconocemos la cantidad real de especies, y ni sabemos el orden de magnitud más cercano. Si sumamos los invertebrados, los hongos y los microorganismos todavía no descubiertos, los cálculos varían sustancialmente: entre cinco y cien millones de especies.

La Tierra, en resumidas cuentas, es un planeta que no conocemos demasiado. Además, el ritmo de descubrimiento de la biodiversidad siempre ha sido lento. Aunque nuevas especies saturen los laboratorios y museos de todo el mundo, se están diagnosticando y nombrando a un ritmo de sólo unas veinte mil al año. (Yo he descubierto unas 450 nuevas especies de hormigas durante mi carrera). A este paso, y si nos basamos en las estimaciones más bajas (que pronostican la existencia de unos cinco millones de especies aún no descubiertas), no completaremos la labor hasta mediados del siglo XXIII. Este paso de tortuga es la deshonra de las ciencias

biológicas. Se deriva de la idea equívoca de que la taxonomía es una disciplina obsoleta y desfasada de la biología. Debido a ello, a este campo, que todavía es fundamental, se lo ha excluido de los centros académicos y ha sido relegado a los museos de historia natural, instituciones empobrecidas que cada vez se ven más obligadas a recortar sus programas de investigación.

La exploración de la biodiversidad no cuenta con muchos aliados en el mundo médico y empresarial. Lo cual es un craso error. Debido a ello, la ciencia en conjunto sale perdiendo. El trabajo de los taxonomistas abarca mucho más que la identificación de especies. También son expertos en los organismos en los que se especializan, así como sus principales investigadores. Debemos recurrir a ellos cuando queremos informarnos sobre la vida no-humana —que incluye grupos dominantes a escala global como los nematodos, los ácaros, los insectos, las arañas, los copépodos, las algas, las hierbas y los compuestos en los que dependen nuestras propias vidas—.

La fauna y la flora de un ecosistema también son mucho más que colecciones de especies. Son sistemas complejos de interacciones, donde la extinción de alguna de las especies bajo ciertas condiciones podría afectar profundamente al resto. Hay una verdad incómoda en las ciencias medioambientales: no hay ningún ecosistema que, estando bajo presión humana, pueda ser sostenible de forma indefinida si no conocemos todas las especies que lo componen, que normalmente suman un millar o más. El conocimiento que nos aportan la taxonomía y sus estudios biológicos son tan necesarios para la ecología como lo son la anatomía y la fisiología para la medicina.

De lo contrario, los científicos podrían equivocarse fácilmente a la hora de valorar cuáles de estas especies podrían ser las especies «clave», aquéllas de las que depende la vida del ecosistema. Puede ser que la especie clave más potente de entre todas las que conocemos sea la nutria marina, una prima de las comadrejas que vive en la costa oeste de los Estados Unidos, desde Alaska hasta California del Sur, cuyas dimensiones son similares a las de un gato. Ya que su pelaje lujoso se pagaba muy bien, a finales del siglo XIX los cazadores casi habían provocado la extinción de la especie —lo que conllevó unas consecuencias ecológicas catastróficas. El bosque de algas marinas, una masa densa de vegetación de algas anclada al suelo marino que llega hasta la superficie, hogar de una vasta cantidad de especies marinas poco profundas y vivero de especies más profundas, también desapareció prácticamente. ¿Por qué? Las nutrias marinas se alimentan en gran medida de erizos de mar, y estos invertebrados se alimentan principalmente de algas. Cuando las nutrias marinas se esfumaron, la población de erizos de mar se disparó, y grandes secciones del suelo marino se redujeron a superficies desérticas, llamadas baldíos de erizos de mar. Cuando las nutrias pasaron a ser consideradas especie protegida y prosperaron de nuevo, los erizos de mar disminuyeron y los bosques de algas se recuperaron.

¿Cómo podemos hacernos cargo de las especies que componen el medioambiente viviente si ni tan sólo conocemos la gran mayoría? Los biólogos de la conservación

están de acuerdo en que grandes cantidades de especies van a extinguirse antes de que las descubramos. Incluso en términos puramente económicos, los costes de oportunidad de la extinción serán enormes. La investigación de sólo un número reducido de especies salvajes ha supuesto avances significativos en calidad de vida humana —abundancia de fármacos, nueva biotecnología y desarrollos en la agricultura—. Si no existieran hongos de la clase adecuada, no existirían los antibióticos. Sin plantas salvajes con tallos, frutas y semillas comestibles que se prestaran al cultivo selectivo, no habría ciudades ni tampoco civilizaciones. No habría lobos, ni perros. No habría aves silvestres, ni gallinas. Ni caballos ni camélidos —no serían posibles los viajes terrestres, a no ser que los mismos humanos tiraran de los carruajes y cargaran con el equipaje—. No habría bosques donde depurar el agua y gastarla gradualmente, ni tampoco agricultura —exceptuando las cosechas de secano, menos productivas—. No habría vegetación salvaje ni fitoplancton, ni aire suficiente para respirar. Sin la naturaleza, en definitiva, no habría gente.

El impacto humano en la biodiversidad, resumiéndolo de la forma más sucinta posible, es una agresión contra nosotros mismos. Es el efecto de una fuerza de la naturaleza inconsciente, alimentada por la biomasa de la misma vida que está destruyendo. Los catalizadores de la destrucción se reúnen en el acrónimo HIPPO, donde la importancia relativa de los agentes va decreciendo de izquierda a derecha, en la mayoría de partes del mundo:

La pérdida de hábitat (H), indudablemente el principal catalizador de la destrucción, es la reducción del área habitable debido a la deforestación, la conversión en praderas y el cambio climático, ese gran gólem que hemos creado con nuestros excesos.

Las especies invasivas (I), organismos foráneos que perjudican a los humanos o al medio ambiente o a ambos, causan estragos a nivel global. En todo país donde se han contado están incrementándose exponencialmente en variedad y cantidad. Aunque se hayan mejorado las cuarentenas, las especies inmigrantes siguen llegando a raudales, cada vez más rápido. Actualmente, en el sur de Florida encontramos una fauna variada de loros, mientras que antes no existía ninguno (exceptuando la cotorra de Carolina, ya extinta), así como dos especies de serpientes pitones, una procedente de Asia y otra de África, que compiten con los caimanes americanos en lo alto de la cadena alimenticia.

Hawai es la capital americana de la extinción: ha perdido a más de sus plantas, aves e insectos endémicos —aquellas especies y subespecies que no pueden encontrarse en ningún otro lado— que cualquier otro estado. Sus especies endémicas de aves han decrecido hasta unas 42 de las 71 que, se estima, existían cuando los primeros polinesios desembarcaron en sus orillas hace más de mil años. Las han machacado de dos formas. La llegada imprevista de los mosquitos en el siglo XIX comportó la propagación de la viruela aviar. Los cerdos salvajes, hocicando la tierra de los bosques de las mesetas, baten los terrenos; el fango y el sedimento resultantes

contribuyen, a la larga, a la creación de charcos de agua duraderos, ideales para las larvas de los mosquitos.

Igual de letal a escala global ha sido la propagación, culpa de los humanos, del hongo quítrido *Batrachochytrium dendrobatidis*, un parásito de ranas, por los trópicos de América y África. Sabemos que el parásito lo portan animales infectados que se transportan en acuarios. El hongo se propaga a través de la piel; debido a que las ranas respiran por medio de sus pieles, asfixia a su huésped. Hay montones de especies de rana que se han extinguido o que están en peligro de extinción.

Y por si esto no fuera suficiente, hay especies de plantas invasivas que son capaces de destruir un ecosistema entero, como por ejemplo el *Miconia calvescens*, un lindo arbolito de terciopelo, originario de los trópicos americanos, que se ha plantado por todo el planeta como elemento decorativo. En las islas de la Polinesia se ha impuesto como amenaza. Si no se controla, es capaz de alcanzar un gran tamaño, en hileras que son tan densas que desplazan todas las otras especies de plantas y también la mayoría de formas de vida animal.

La polución (la primera P del acrónimo HIPPO) ha dañado principalmente a peces y otras formas de vida propias de sistemas de agua dulce. Pero también es la responsable de más de cuatrocientas «zonas muertas» anóxicas en aguas marinas que reciben agua contaminada de tierras agrícolas río arriba.

El crecimiento de la población (P) es una fuerza catalítica de todos los otros factores. El problema no será tanto el crecimiento en sí mismo, que según estimaciones llegará a su cúspide a finales de siglo, sino el ascenso rápido e imparable, producto de la mejora de la economía mundial, de la consumición per cápita.

Finalmente, lo que mejor plasma el papel de la sobreexplotación (O) es un porcentaje. El declive global de la pesca de varias especies de peces pelágicos (como el atún y el pez espada) desde mediados del siglo XIX hasta día de hoy oscila entre un 96% y un 99%. Estas especies no sólo son más escasas, sino que los peces individuales que se pescan son en promedio más pequeños.

Por supuesto, existe un interés global honesto en localizar y salvar la biodiversidad. Los programas del Censo de Vida Marina y la Enciclopedia de la Vida han colgado en Internet casi todo lo que sabemos de las especies de la Tierra. Hay nuevas técnicas que están fomentando el descubrimiento de nuevas especies y la identificación de aquellas que ya tienen nombre, cada vez con más precisión y velocidad. El más destacado de estos métodos es el código de barras de la vida, la identificación de especies mediante la lectura de pequeñas secciones de ADN altamente variable. Organizaciones globales volcadas a la conservación, como Conservation International, World Wildlife Fund-US (WWF) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, junto a una multitud de organizaciones privadas y gubernamentales, están haciendo todo lo posible —y a menudo con heroico empeño— para cortar la hemorragia de la biodiversidad.

¿Qué es lo que han logrado estas iniciativas? En 2010 un equipo de expertos procedentes de 155 grupos de investigación de todo el planeta se reunió para evaluar el estado de 25.780 especies vertebradas (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces). Los clasificaron en una escala: de «a salvo» a «en graves vías de extinción». Descubrieron que una quinta parte de esas especies están amenazadas, y que cada año un promedio de 52 desciende un peldaño de la escala, acercándose a la extinción. Los índices de extinción siguen siendo entre cien y mil veces más elevados de lo que lo eran antes del establecimiento global de la humanidad. *Se estima que las iniciativas de conservación desempeñadas antes de los estudios de 2010 mitigaron el desastre en por lo menos una quinta parte del que podría haber sido*. Es un avance importante, pero ni de lejos estabilizará la vida en la Tierra. ¿Cómo reaccionaríamos si nos dijeran que, en el advenimiento de una pandemia letal, las mejores (si bien mal financiadas) iniciativas médicas habían prevenido la muerte de un 20% de las personas?

Lo que nos queda del siglo será un atolladero de impacto humano en el medioambiente y reducción de la biodiversidad. Cargamos con toda la responsabilidad de sacarnos a nosotros mismos y a cuantos más seres vivos podamos de ese atolladero, y emprender una existencia edénica sostenible. Nuestra decisión será profundamente moral. Para cumplirla dependemos de un conocimiento que aún nos falta y de un sentimiento de decencia común que todavía somos incapaces de sentir. Somos la única especie que ha comprendido la realidad del mundo viviente, que ha visto la belleza de la naturaleza y que le ha dado valor al individuo. Sólo nosotros hemos valorado la cualidad de la misericordia entre los de nuestra clase. Ahora, ¿podríamos preocuparnos también por el mundo viviente que nos dio a luz?

Cuarta Parte
Ídolos de la mente

Ahora podemos explicar científicamente las flaquezas intelectuales de la humanidad, que Francis Bacon identificó en uno de los grandes logros de la primera Ilustración.

12
Instinto

El escritor francés Vercors (seudónimo de Jean Bruller) iba bien encaminado cuando afirmó, en su novela *Los animales desnaturalizados* (*Les animaux dénaturés,* 1952), que «todos los problemas del hombre derivan del mismo hecho: no sabemos lo que somos y no nos ponemos de acuerdo en qué queremos ser». En esta etapa de nuestro viaje propongo cerrar el círculo e intentar explicar, con la ayuda de la biología, por qué la existencia humana es un misterio, y luego averiguar de qué forma podemos resolverlo.

La evolución de la mente humana no fue una progresión basada externamente sólo en la pura razón o la plenitud emocional. Continúa siendo una herramienta de supervivencia que se sirve de ambas, razón y emoción, y siempre lo ha sido. Surgió, tal como la conocemos hoy, de un laberinto de grandes y pequeños pasos, una sucesión concreta entre millones de sucesiones posibles. Cada paso en este laberinto fue un accidente de mutación y selección natural que supuso formas alternativas de genes que prescriben la forma y la funcionalidad del cerebro y el sistema sensorial. Y por casualidad, en medio de este ajetreo, el genoma alcanzó su nivel actual. En cada etapa, la evolución del genoma podría haber cambiado de rumbo fácilmente, de ahí que el organismo desembocara en una clase distinta de cerebro y sistema sensorial. Las posibilidades de alcanzar finalmente el nivel humano habrían disminuido pronunciadamente en cada uno de esos pasos.

El conglomerado específico de razón y emoción que recibe el nombre de naturaleza humana fue sólo uno de entre muchos resultados concebibles, un producto generado autónomamente, el primero de muchos otros tipos que también podrían haber desembocado en un cerebro y un sistema sensorial similares a los humanos.

Por esa misma razón, la visión que tenemos de nuestra especie siempre ha estado distorsionada por prejuicios profundos e ideas equívocas, por los «ídolos» de la superstición y el engaño que Francis Bacon describió hace cuatro siglos. No son fruto de accidentes, dijo el gran filósofo, sino que son un producto de la «naturaleza general de la mente».

Y así ha sido siempre. El caos siempre ha estado ahí. Por ejemplo, a finales de los 1970 los científicos sociales todavía se centraban principalmente en las humanidades. El punto de vista más extendido era que la conducta humana se origina principal o incluso totalmente en la cultura, no en la biología. Aquellos más radicales argumentarán que el instinto y la naturaleza humana no existen como tales. Hacia finales del siglo XX centraron su interés en la biología. Hoy en día, la creencia generalizada es que la conducta humana consta de un fuerte componente genético. El instinto y la naturaleza humana son reales; lo que aún es motivo de discusión es cuán profundos y contundentes son.

Ambos puntos de vista, parece, tienen su parte de verdad y de mentira. La paradoja resultante —o, tal como suele describirse, la controversia naturaleza versus educación— podemos resolverla empleando el concepto moderno del instinto humano, como sigue.

El instinto de los humanos es básicamente el mismo que el instinto de los animales. Sin embargo, la nuestra no es la conducta genéticamente inalterable e invariable que exhiben la mayoría de especies animales. Un ejemplo de libro de ésta es la defensa territorial de los machos de espinoso, unos peces que moran en aguas dulces y saladas por todo el hemisferio norte. Durante el período de apareamiento cada macho marca un área pequeña que defiende de otros machos. Al mismo tiempo, la parte inferior se le vuelve de color bermejo. Agreden a cualquier otro pez de vientre rojo, es decir, un macho de espinoso rival, que entre en su territorio. De hecho, el concepto «otro pez» es exagerado: la reacción es mucho más primitiva. Al macho no le hace falta reconocer la imagen íntegra de un pez verdadero para saltar. Su cerebro, relativamente pequeño, está programado para responder sólo ante el vientre rojo. Unos investigadores hicieron unos círculos de madera, que no tienen nada que ver con la forma de los peces, y los pintaron de color rojo. Los peces los atacaron igual de vehementes.

En una ocasión tuve en mi laboratorio varios lagartos anolis de distintas islas antillanas, pues quería estudiar sus marcajes territoriales. Los reptiles, del tamaño de un pulgar, abundan en árboles y matorrales, donde cazan insectos, arañas y otros invertebrados pequeños. El macho adulto amenaza a sus rivales bajando un colgajo de piel por debajo de su cuello que llamamos papada. La papada varía en color dependiendo de la especie, y normalmente tiene un matiz rojizo, amarillento o blanquecino. Los machos de una misma especie únicamente reaccionan ante ese color. Descubrí que sólo me hacía falta un macho, y no dos, para presenciar un despliegue de papada territorial. Sólo hacía falta colocar un espejo al lado del terrario. El animal reaccionaba ante su propia imagen (y todos los enfrentamientos acabaron en empate).

Las crías de tortuga marina salen de huevos que la madre ha enterrado en la arena de una playa —de hecho, sólo sale del agua para eso—. Cada uno de los neonatos se desentierra y repta hasta el mar inmediatamente; ahí pasará el resto de su vida. Lo que atrae al animal recién nacido no es, sin embargo, el olor que desprende la orilla, ni tampoco su aspecto. El aliciente es, de hecho, la luz brillante que se refleja en la superficie del agua. Unos investigadores hicieron la prueba de instalar una luz incluso más brillante al lado: la tortuga bebé se dirigió hacia ella, aunque la estuviera encarrilando en dirección opuesta al mar.

Los humanos y otros mamíferos con cerebros más grandes también se guían por estímulos e instintos clave que han heredado, pero que no son en absoluto tan rígidos o tan ingenuos como los de animales inferiores. En vez de ello, los humanos —en concreto— nos regimos por lo que los psicólogos llaman aprendizaje preparado. Lo

que heredamos es la probabilidad de aprender una o varias conductas de entre una serie de alternativas. Las conductas tendenciosas más potentes las comparten todas las culturas, aunque parezcan irracionales y exista la opción de decantarse por otras.

Tengo un poco de miedo a las arañas. Por mucho que lo intente, soy incapaz de tocar una araña grande que cuelga de su tela, aunque sepa que no me morderá y que, aunque lo hiciera, no sería una mordedura venenosa. He albergado este miedo sin fundamento desde que a los ocho años me asustaron los movimientos súbitos y bruscos de una gran araña de jardín del género *Araneus*, tejedoras de esferas. Me había aproximado para examinar de cerca al monstruo (o eso me parecía), que colgaba de su tela, siniestro e inmóvil, y me sobresaltó su repentina reacción. Hoy en día sé su nombre científico y conozco gran parte de su biología, como me corresponde tras haber sido el comisario de entomología del Museo de Zoología Comparativa de la Universidad de Harvard. Pero todavía soy incapaz de tocar arañas grandes que cuelgan de sus telas.

Este tipo de asco a veces ahonda en la gente hasta convertirse en una fobia hecha y derecha, caracterizada por ataques de pánico, náuseas y la imposibilidad de pensar racionalmente al respecto del objeto del terror. Ya que he confesado esa aversión moderada e injustificada, también hablaré de la única fobia que de verdad me consume. No puedo soportar —y no toleraré bajo ninguna circunstancia— que me inmovilicen los brazos a la fuerza y me tapen la cara. Recuerdo perfectamente en qué momento se inició esa reacción. A los ocho años —el año de la araña— fui sometido a una horripilante operación ocular. Me anestesiaron al estilo del siglo XIX: me sujetaron en posición supina sin darme ninguna explicación (que yo recuerde), apresaron mis brazos y me colocaron un pedazo de ropa empapado de éter en la cara. Grité y forcejeé. Algo en mi interior debió exclamar, ¡nunca más! Conservo hasta día de hoy una fantasía que «pone a prueba» mi fobia. Un ladrón imaginario me apunta con su pistola y anuncia que tiene la intención de atarme los brazos y cubrirme la cara con una capucha. Mi reacción en esa situación hipotética —y creo que de ser real actuaría de la misma manera— es decirle «no, no lo harás. Así que adelante, dispárame». Antes prefiero morir que ser amarrado y encapuchado.

Para acabar con las fobias se necesita mucho tiempo y un montón de terapia. Y, sin embargo, sólo es necesaria una única experiencia para adquirirlas, algo que yo y muchos otros hemos descubierto. Un segundo ejemplo: la aparición repentina de algo que se retuerce en el suelo es suficiente para que algunos empiecen a tenerle fobia a las serpientes.

¿Como es posible que semejante sobredosis de aprendizaje nos otorgue alguna ventaja? La clave la encontramos en los mismos objetos que provocan las fobias, en su mayoría arañas, serpientes, lobos, agua corriente, espacios cerrados y masas de desconocidos. Éstos eran algunos de los antiguos peligros a los que se enfrentaban los prehumanos y cazadores-recolectores humanos primitivos de hace millones de años. Nuestros ancestros lejanos se enfrentaban con frecuencia a lesiones o a la muerte

cuando iban a la búsqueda de comida y se acercaban demasiado al borde un precipicio, o cuando pisaban negligentemente una serpiente venenosa, o cuando se topaban con un grupo hostil de una tribu enemiga. Lo más prudente era aprender rápidamente, tener siempre muy presente esos acontecimientos y actuar con decisión sin racionalizarlos demasiado.

En cambio, los automóviles, los cuchillos, las armas y la consumición excesiva de azúcar y sal dietéticos son algunas de las principales causas de mortalidad hoy en día. Y sin embargo no hemos desarrollado un rechazo innato a nada de eso. Probablemente aún no ha pasado el tiempo suficiente como para que la evolución lo haya inculcado en nuestros cerebros.

Las fobias son un extremo, pero todas las conductas que hemos adquirido por aprendizaje preparado, que les proporcionaron a nuestros antepasados una capacidad de adaptación, forman parte de un instinto humano. Y eso que la mayoría se transmite de una generación a otra a través de la cultura. Toda la conducta social humana se basa en el aprendizaje preparado, pero la intensidad de la predisposición varía dependiendo del caso, ya que es producto de la evolución vía selección natural. Por ejemplo, los seres humanos somos cotillas natos. Nos encanta escuchar historias sobre las vidas de los otros. Nunca nos cansamos de eso. Los cotilleos nos permiten conocer mejor nuestra red social y nos ayudan a darle forma. Devoramos novelas y dramas. Pero nos interesan poco —o nada— las vidas de los animales, a no ser que estén vinculadas de alguna manera a historias humanas. Los afectuosos perros anhelan volver a casa, los búhos cavilan, las serpientes se escurren, las águilas vuelan libres en la inmensidad del cielo.

Los seres humanos estamos hechos para la música. Los niños pequeños reconocen casi inmediatamente cuán emocionante y eufórica puede llegar a ser. No obstante, la emoción (y rara vez la euforia) por las matemáticas analíticas surge muchísimo más lentamente y mucho más tarde, si es que llega a surgir. La música jugó un importante papel entre los humanos primitivos: integró sociedades y realzó las emociones de la gente, algo que nunca lograron las matemáticas analíticas. Los primeros humanos ya tenían la capacidad mental necesaria para desarrollar las matemáticas analíticas, pero no para adorarlas. Sólo la evolución vía selección natural puede crear la necesidad de un amor instintivo de base.

La fuerza impulsora de la selección natural ha encauzado la convergencia de la evolución cultural entre sociedades de todo el mundo. Una síntesis clásica de culturas elaborada para los Archivos del Área de Relaciones Humanas en 1945 listaba 77 elementos universales, entre los cuales encontramos (seleccionados al azar): deportes atléticos, ornamentación corporal, arte decorativo, etiqueta, festines familiares, folklore, exequias, peinados, tabúes de incesto, leyes de herencia, bromas y propiciación hacia seres sobrenaturales.

Aquello que llamamos naturaleza humana es la suma de nuestras emociones y la preparación al aprendizaje en la cual influyen esas emociones. Algunos escritores han

intentado deconstruir la naturaleza humana y aseverar que no existe tal cosa. Pero es un proceso real y tangible que existe dentro de las estructuras del cerebro. Tras décadas de investigación hemos descubierto que la naturaleza humana no son los genes que prescriben las emociones y la preparación para el aprendizaje. No son los elementos culturales universales, que son su producto final. La naturaleza humana es el conjunto de regularidades hereditarias que, durante el desarrollo mental, enfocan la evolución cultural hacia una dirección en vez de otras y, de esta manera, dentro del cerebro de cada individuo, los genes confluyen con la cultura.

Uno de los prejuicios hereditarios más significativos del aprendizaje es la elección del hábitat que la gente prefiere para vivir. A los adultos les atraen aquellos entornos que se parecen a aquellos en los que crecieron, donde las experiencias formativas los convirtieron en quienes son. Para ellos, las montañas, la costa, las llanuras e incluso los desiertos (una selección bien variopinta) pueden ser los hábitats que desprendan un sentimiento de familiaridad y confort más notable. Yo, al haberme criado mayormente cerca del golfo de México, prefiero una llanura plana que descienda cuesta abajo hasta llegar al mar.

Sin embargo, a una escala menor, considerando estos panoramas y para niños que todavía no se han culturizado plenamente, lo que han descubierto algunos experimentos de laboratorio es harina de otro costal. Se les pidió a un grupo de voluntarios de varios países con trasfondos culturales muy distintos que examinaran fotografías de una amplia gama de hábitats y decidieran en cuál les gustaría vivir. Hubo variedad de preferencias, desde bosques densos a desiertos y otros ecosistemas más normales. La opción más popular presentaba tres características: la ubicación ideal era un lugar elevado, desde el cual se pudiera mirar hacia abajo; con vistas a un área verde que comprendiera praderas salpicadas de árboles y arboledas; y cerca de un cuerpo de agua, ya fuera un riachuelo, un estanque, un lago o el mar.

Resulta que este lugar ideal lo encontramos cerca de las mismas sabanas de África, donde nuestros ancestros primitivos y prehumanos evolucionaron hace millones de años. ¿Es posible que la preferencia del entorno sea un residuo del aprendizaje preparado? La «hipótesis de la sabana africana», nombre que recibe, no es —en absoluto— una teoría que surja de la nada. Todas las especies de animales movibles, desde los insectos más diminutos hasta los elefantes y los leones, escogen instintivamente los hábitats a los cuales puede adaptarse mejor su biología. Si no lo hicieran no tendrían las mismas probabilidades de emparejarse y de encontrar comida (que necesitan para sobrevivir) ni la manera de evitar parásitos y depredadores desconocidos.

A día de hoy, por todo el mundo, las poblaciones humanas rurales están desplazándose a las ciudades. Si tienen suerte sus vidas se enriquecen gracias a un mejor acceso a mercados, escuelas y centros médicos. También gozan de mejores oportunidades de mantenerse a sí mismos y a sus familias. Pero si pudieran escoger libremente, si todo fuera más justo, ¿de verdad preferirían las ciudades y los

suburbios como hábitats? Debido al dinamismo intenso de la ecología urbana y al entorno «artefactual» que se les han impuesto, es imposible saberlo. Así pues, si queremos averiguar qué es lo que la gente prefiere de verdad y cuál es su elección cuando pueden escoger libremente, mejor nos fijamos en aquellos que tienen mucho dinero. Lo que confirmarán los arquitectos paisajistas y los agentes inmobiliarios de alto *standing* es que los ricos prefieren viviendas situadas en un punto elevado, con vistas a un espacio verde y al lado de un cuerpo de agua. Ninguna de esas características tiene un valor práctico, pero la gente con medios suficientes pagará lo que sea para conseguirlas.

Hace unos años cené en casa de un amigo adinerado e ilustre, que por lo visto creía firmemente que el cerebro es una página en blanco, libre de todo instinto. Vivía en un ático que daba al Central Park de Nueva York. Cuando salimos a la terraza, me fijé en que su barandilla estaba revestida de arbolitos. Desde ahí bajamos la vista hacia el lejano centro yerboso del parque y vislumbramos también uno de sus dos lagos artificiales. Coincidimos en que las vistas eran la mar de hermosas. Al ser su invitado, me abstuve de hacerle la pregunta candente: ¿y por qué son tan hermosas?

13
Religión

El éxtasis, un «júbilo excesivo y dulce», tal como lo describió la gran mística española Santa Teresa de Ávila en el diario que escribió entre 1563 y 1565, puede alcanzarse de varias maneras a través de la música, la religión —y las drogas alucinógenas, como la ayahuasca del Amazonas, que coadyuva la religión—. Los neurobiólogos han descubierto que parte del embeleso musical se debe a la secreción de dopamina (una molécula neurotransmisora) en el núcleo estriado del cerebro. El mismo sistema de recompensa media también el placer en el sexo y la comida. Ya que la música empezó en el Paleolítico —las primeras flautas hechas con marfil y huesos de aves se remontan a hace más de treinta mil años—, y ya que sigue siendo un elemento universal en las sociedades cazadoras-recolectoras de cualquier parte del mundo, es razonable llegar a la conclusión de que la evolución inculcó en el cerebro humano esta tierna devoción que sentimos por ella.

En casi todas las sociedades vivientes, desde los cazadores-recolectores hasta los urbanitas civilizados, la música y la religión están íntimamente relacionadas. ¿Acaso los genes de la religiosidad prescriben una medición bioquímica y neural parecida a la de la música? Los experimentos de la disciplina de la neurociencia de la religión, aún relativamente joven, indican que sí. Entre los métodos de investigación encontramos los estudios de gemelos, que sopesan el papel de la variación genética, así como los estudios de drogas alucinógenas que emulan la experiencia religiosa. También se utilizan datos que exploran la influencia de las lesiones cerebrales y otros trastornos en la religiosidad, y por último, si bien no menos importante, el curso exacto de los acontecimientos neuronales, que podemos monitorear gracias a la neurotecnología. Sumados, los descubrimientos de la neurociencia de la religión parecen indicar firmemente, por ahora, que en efecto existe un instinto religioso.

Por supuesto, la religión es mucho más que sus raíces biológicas. Su historia es tan vieja o casi tan vieja como la de la misma humanidad. Resolver sus misterios es uno de los intereses de la filosofía. La forma más general y pura de la religión queda expresada en la teología, cuyas principales preocupaciones son la existencia de Dios y la relación personal que Dios mantiene con la humanidad. La gente profundamente religiosa anhela encontrar la forma de acercarse a su deidad y palparla —aunque no sean Su carne y Su sangre literalmente transubstanciadas al estilo católico, por lo menos solicitarle al Señor consejo y benevolencia privados—. La mayoría también aspiran a la vida después de la muerte, a pasar a un mundo astral donde podrán reunirse felizmente con aquellos que los dejaron antes. La espiritualidad teológica, en resumidas cuentas, pretende levantar un puente entre lo real y lo sobrenatural. Fantasea con el reino del Señor, donde las almas de los muertos terrenales viven juntas pacífica y eternamente.

El cerebro y la religión están hechos el uno para el otro. En cada segundo de la vida consciente del creyente, la creencia religiosa juega múltiples papeles, en su mayoría enriquecedores. Todos los creyentes se unen para forman una familia extensísima, un conjunto metafórico de hermanos y hermanas, dignos de confianza, sometidos a una ley suprema. La garantía de la inmortalidad es el beneficio de afiliación.

La deidad está por encima de cualquier profeta, sumo sacerdote, imán, santo místico, líder espiritual, presidente, emperador, dictador; está por encima de todos. Él es el macho alfa final y eterno, y Ella la hembra alfa. Al ser sobrenatural y poseer un poder infinito, la deidad puede obrar milagros que escapan a la comprensión humana. En tiempos prehistóricos —y durante la mayor parte de la historia— la gente necesitaba que la religión explicara casi todos los fenómenos que acontecían a su alrededor. Lluvias torrenciales e inundaciones, un rayo que parte el cielo, la muerte repentina de un niño. Fue obra de Dios. Él o Ella fue la causa, en la relación de causa-efecto que se necesita para la cordura. Y los caminos de Dios, aunque estén cargados de significado para nuestras vidas, son todo un misterio. Con el advenimiento de la ciencia hemos ido identificando más y más fenómenos naturales como efectos derivados de otros fenómenos analizables, y las justificaciones sobrenaturales de causa-efecto han ido reculando. Pero el atractivo profundo e instintivo de la religión (y de las ideologías de tinte religioso) sigue en boga.

Las grandes religiones se basan en la devoción hacia una deidad incorruptible —o hacia múltiples tipos de deidades, que quizás también constituyan una familia todopoderosa—. Los servicios que ofrecen a la civilización no tienen precio. Sus sacerdotes brindan solemnidad a los ritos de pasaje, en el ciclo de la vida y la muerte. Sacralizan los dogmas básicos de la ley moral y civil, consuelan a aquellos afligidos y cuidan de los más pobres. Siguiendo su ejemplo, los creyentes se esfuerzan por ser virtuosos ante los ojos de los hombres y los de Dios. Las iglesias que presiden son centros de vida comunitaria. Cuando todo lo demás falla, estos lugares sagrados, donde Dios mora inmanente en la Tierra, se convierten en el último refugio donde resguardarse de las maldades y tragedias de la vida secular. Las iglesias y sus pastores hacen que la tiranía, la guerra, la hambruna y las peores catástrofes naturales sean más tolerables.

Las grandes religiones también son, lamentablemente, la fuente de un sufrimiento tan incesante como innecesario. Obstaculizan la comprensión de la realidad necesaria para solucionar la mayor parte de problemas sociales del mundo real. Su defecto exquisitamente humano es el tribalismo. En la génesis de la religiosidad la fuerza instintiva del tribalismo es mucho más importante que el deseo de espiritualidad. La gente siente la profunda necesidad afiliarse a un grupo, ya sea religioso o aconfesional. Basándose en sus experiencias emocionales vitales, los humanos saben que la felicidad, y de hecho su propia supervivencia, les requiere que establezcan vínculos con otras personas que compartan su mismo parentesco genético, lenguaje,

creencias morales, ubicación geográfica, finalidad social o código de vestimenta —de ser posible todos estos factores, pero al menos dos o tres en la mayoría de casos—. Es el tribalismo, y no los dogmas morales y el pensamiento humanitario de la religión pura, lo que hace que la gente buena haga cosas malas.

Desafortunadamente, un grupo religioso se define ante todo por su mito de la creación —el relato sobrenatural que cuenta el origen de la humanidad—. Y esta historia también la encontramos en el corazón del tribalismo. Da igual cuán dulce y noble sea, y aunque se explique sutilmente; el dogma básico garantiza a sus adeptos que Dios los favorece por encima de todos los otros. Enseña que los miembros de otras religiones veneran a los dioses equivocados, llevan a cabo rituales erróneos, siguen a falsos profetas y se creen mitos de la creación descabellados. Para satisfacer el alma es necesaria la discriminación cruel que las religiones organizadas ejercen, por definición, unas sobre otras. Dudo que alguna vez algún imán haya sugerido a sus adeptos que prueben el catolicismo romano, o que un sacerdote cristiano recomendara el Islam.

La fe del creyente es la aceptación de un mito de la creación específico, y de las descripciones de milagros que lo acompañan. La fe es comprensible a nivel biológico como dispositivo darwiniano de supervivencia y reproducción aumentada. La forja el éxito de la tribu, une a la tribu cuando ésta se enfrenta a otras y puede ser la clave del éxito para aquellos integrantes más pícaros de la tribu, ya que pueden manipularla para conseguir apoyo interno. Los conflictos sin fin provocados por esta poderosa práctica social estaban generalizados durante el Paleolítico y han perdurado hasta día de hoy sin mostrar signos de fatiga. En sociedades más seculares la fe tiende a transmutarse en ideologías políticas de tinte religioso. A veces, las dos grandes categorías de fe se combinan. De ahí, «Dios prefiere mis principios políticos en vez de los tuyos; y mis principios, no los tuyos, prefieren a Dios». La fe religiosa ofrece enormes ventajas psicológicas a los creyentes. Justifica su existencia. Hace que se sientan queridos y protegidos, más que los miembros de todos los otros grupos tribales. El precio que impusieron los dioses y sus sacerdotes en las sociedades más primitivas era una sumisión y una creencia incondicionales. A lo largo del período evolutivo este trato con el alma humana era el único vínculo lo suficientemente fuerte como para mantener la unidad de la tribu en tiempos de paz y de guerra. Inculcó en sus miembros una identidad digna y unas normas de conducta legítimas; y además arrojó luz sobre el misterioso ciclo de la vida y la muerte.

Durante mucho tiempo no había tribu que pudiera sobrevivir sin que el significado de su existencia estuviera explicado en un mito de creación. La pérdida de la fe se pagaba cara: el compromiso se desangraba y el objetivo común se debilitaba y disipaba. En los albores de las tribus —la edad de Hierro tardía para los judeocristianos, el siglo siete de la Era Común para los musulmanes—, el mito tenía que ser inamovible para ser eficaz. Una vez instaurado, ninguna de sus partes podía descartarse. Nadie de la tribu podía ponerlo en duda. La única forma de deshacerse de

un dogma obsoleto era dejarlo de lado con delicadeza u olvidarlo oportunamente. O, en casos extremos, desprenderse y conectar con un nuevo dogma alternativo.

Obviamente, es imposible que dos mitos de creación sean igual de ciertos. Todos los mitos que miles de religiones y sectas que conocemos han inventado son, de hecho, falsos. Un gran número de ciudadanos culturizados se han dado cuenta de que sus propias fes son falsas, o al menos que sus detalles son discutibles. Pero son conscientes del siguiente dicho, normalmente atribuido al filósofo estoico romano Séneca el Joven: «La gente común y corriente ve la religión como algo verdadero, los sabios como algo falso y los gobernantes como algo útil».

Los científicos innatos suelen ser prudentes a la hora de hablar sobre religión, incluso cuando expresan su escepticismo. Se dice que el distinguido fisiólogo Anton (Ajax) J. Carlson, cuando le preguntaron qué pensaba de la declaración ex cátedra (es decir, infalible) de Pío XII en 1950 de que la Virgen María había ascendido corpóreamente hacia el cielo, respondió que no podía descartarlo porque no estuvo presente, pero que una cosa tenía clara: seguro que la virgen se desmayó al superar los nueve kilómetros de altura.

¿Quizás sería mejor dejar en paz este fastidioso asunto? ¿No negarlo, sino olvidarlo? Al fin y al cabo, podríamos decir que la gran mayoría de la gente del mundo se lleva bien, más o menos. Sin embargo, la negligencia en este tema es peligrosa, tanto a corto como a largo plazo. Sí, las guerras entre naciones quizás han decrecido, obviamente por miedo a las consecuencias posiblemente catastróficas para ambos bandos. Pero los levantamientos, las guerras civiles y el terrorismo no han mermado. La fuerza impulsora principal de los asesinatos en masa que conllevan estos acontecimientos es el tribalismo, y la lógica central para el tribalismo letal es la religión sectaria —en concreto, el conflicto entre aquellos que creen mitos diferentes —. Mientras escribo estas líneas el mundo civilizado se estremece ante las encarnizadas luchas entre chiítas y sunitas, el asesinato de musulmanes ahmadía en las ciudades de Pakistán por parte de otros musulmanes y la masacre de musulmanes llevada a cabo por «extremistas» guiados por el budismo en Myanmar. Incluso el acoso por parte de judíos ultra-ortodoxos a las mujeres judías liberales que acuden al Muro de las Lamentaciones es un preocupante síntoma temprano de la misma patología social.

Los guerreros religiosos no son una rareza. Es un error dividir a los creyentes de ideologías pseudoreligiosas y dogmáticas en dos grupos: moderados y extremistas. La verdadera causa del odio y la violencia es el enfrentamiento entre fes, una expresión externa del viejo instinto del tribalismo. La fe hace que personas generalmente buenas haga cosas malas. En ningún lado la gente tolera agresiones contra su persona, su familia, su país —o su mito de creación—. En los Estados Unidos, por ejemplo, en casi todos los sitios es posible discutir abiertamente las distintas interpretaciones de la espiritualidad religiosa, incluyendo la naturaleza e incluso la existencia de Dios, siempre y cuando sea dentro del marco de la teología y la filosofía. Pero está

prohibido cuestionar detenidamente (o incluso por encima) el mito de creación —la fe— de otra persona u otro grupo, por absurdo que sea. Despreciar algo de un mito de creación sagrado ajeno es «intolerancia religiosa». Se considera equivalente a una a una amenaza contra la persona.

Otra forma de enfocar la historia de la religión es considerar que la fe se ha apropiado de la espiritualidad religiosa. Los profetas y los líderes de las religiones organizadas, conscientemente o no, han optado por poner la espiritualidad al servicio de grupos determinados por sus mitos de creación. Ceremonias alucinantes, ritos sagrados, costumbres y sacrificios, todos en honor a la deidad, a cambio de la seguridad mundana y la promesa de la inmortalidad. Para cumplir su parte del trato la deidad debe tomar decisiones morales correctas. En la fe cristiana, en la mayoría de tribus confesionales, a Dios se le obliga a estar en contra de una o más de las siguientes cosas: la homosexualidad, la anticoncepción artificial, las sacerdotisas mujer y la evolución.

Los Padres Fundadores de los Estados Unidos eran perfectamente conscientes de los peligros del conflicto tribal religioso. George Washington comentó que «de todas las hostilidades que han existido entre los humanos, aquellas que son consecuencia de la diferencia de sentimientos religiosos parecen ser las más inveteradas e inquietantes; son las que más deberíamos despreciar». James Madison estuvo de acuerdo y mencionó los «torrentes de sangre» que fluyen a raíz del conflicto religioso. John Adams insistió en que «los cimientos del gobierno de los Estados Unidos no tienen nada que ver con la religión cristiana». Este país ha patinado un poco desde entonces. Para los líderes políticos, tener una fe ha pasado a ser algo obligatorio aunque, como sucede con el mormonismo de Mitt Romney, resulte ridícula de cara al gran público. Los presidentes a menudo se dejan asesorar por consejeros cristianos. La frase «bajo Dios» se añadió al juramento de lealtad en 1954, y a día de hoy ningún candidato político prominente osaría insinuar que se eliminara.

La mayoría de los que escriben seriamente sobre la religión combinan la búsqueda trascendente de un sentido con la defensa tribalista de los mitos de creación. Aceptan, o temen negar, la existencia de una deidad personal. Interpretan los mitos de creación como un intento humano de comunicarse con la deidad, como parte de la búsqueda de una vida incorruptible, ahora y más allá de la muerte. Entre todos estos intelectuales conciliadores encontramos a los teólogos liberales de la escuela de Niebuhr, a filósofos que explotan la ambigüedad adquirida, a admiradores literarios de C.S. Lewis, y a otros que, después de pensarlo detenidamente, han llegado a la conclusión de que Algo existe Ahí Fuera. Tienden a ignorar la prehistoria y la evolución biológica del instinto humano: ambas piden a gritos poder arrojar luz sobre este tema tan fundamental.

Los conciliadores se enfrentan a un problema irresoluble: Søren Kierkegaard, el gran filósofo danés del siglo XIX, un alma perturbada, lo llamó la Paradoja Absoluta. Los dogmas que se imponen a los creyentes, dijo, no sólo son imposibles sino que

son incomprensibles —y, por consiguiente, resultan absurdos—. Kierkegaard se refería en concreto a las bases del mito de creación cristiano. «Lo Absurdo es que la verdad absoluta haya existido, que Dios haya existido, que haya crecido y tal, que se haya convertido en una persona, y que fuera imposible distinguirlo de otra persona». Es incomprensible, aunque se diga que es verdad, prosigue Kierkegaard, que Dios descendiera al mundo físico como Cristo para sufrir, abandonando a su suerte a mártires que sufrieron de verdad.

La Paradoja Absoluta desgarra todos aquellos que, sea cual sea su religión, pretendan encontrar un equilibrio honesto entre el cuerpo y el alma. Es la incapacidad de concebir una divinidad omnisciente que creó cien mil millones de galaxias pero cuyas emociones pseudohumanas incluyen sentimientos de placer, amor, generosidad y afán de venganza, y que no muestra ningún tipo de preocupación por las calamidades que sufren los terrícolas bajo sus ojos, algo que tan consistente como desconcertante. Decir que «Dios está poniendo a prueba nuestra fe» y que «los caminos del Señor son inescrutables» no basta.

En una ocasión, Carl Jung dijo que algunos problemas nunca podrán resolverse; sólo podemos dejarlos atrás. Y eso es lo que haremos con la Paradoja Absoluta. No daremos con ninguna solución porque no hay nada que solucionar. El problema no reside en la naturaleza de Dios, ni tan sólo en su existencia. Lo encontramos en los orígenes biológicos de la existencia humana y en la naturaleza de la mente humana: lo que nos convirtió en el súmmum evolutivo de la biosfera. La mejor forma de vivir en este mundo real es liberándonos de los demonios y dioses tribales.

14
Libre albedrío

Los neurocientíficos que investigan el cerebro humano casi nunca hacen mención del libre albedrío. La mayoría cree que este tema es mejor dejarlo, al menos por ahora, en manos de los filósofos. «Le prestaremos atención cuando estemos preparados y dispongamos de tiempo» es lo que transmite su actitud. Mientras, su interés se centra en un grial de la ciencia más brillante y más realísticamente concebible: la base física de la conciencia, de la cual forma parte el libre albedrío. No hay investigación científica que sea más importante para la humanidad que el descubrimiento del fantasma del pensamiento consciente. Todos, científicos, filósofos y creyentes religiosos por igual, estaremos de acuerdo con el neurobiólogo Gerald Edelman, quien dijo: «La conciencia es lo que avala todo lo que consideramos humano y valioso. Consideramos su pérdida permanente como un equivalente a la muerte, aunque el cuerpo siga mostrando signos vitales».

La base física de la conciencia no será un fenómeno fácil de comprender. El cerebro humano es el sistema más complejo de todos los que se conocen en el universo, orgánicos o inorgánicos. Cada una de las células del sistema nervioso o neuronas —hay miles de millones— que constituyen la parte operativa del cerebro forma sinapsis y se comunica con otras diez mil. Cada una lanza mensajes en su ruta de axiones con su propio código digital individual. El cerebro se divide en regiones, núcleos y centros de montaje que se reparten las funciones. Las partes reaccionan de formas distintas a las hormonas y a los estímulos sensoriales que provienen de fuera del cerebro; mientras, las neuronas sensoriales y motoras, repartidas por todo el cuerpo, se comunican tan íntimamente con el cerebro que virtualmente forman parte de él.

La mitad de los genes del código genético humano entero (que en total suman entre veinte mil y veinticinco mil) participan de una forma u otra en la composición del sistema cerebral. Esta cantidad elevada se debe a uno de los cambios evolutivos más rápidos de los que tenemos constancia en cualquier sistema de órganos avanzado de la biosfera. Conllevó que el tamaño del cerebro creciera más del doble a lo largo de tres millones de años, desde los 600cc (o menos) del ancestro prehumano australopiteco, a los 680cc del *Homo habilis*, y de ahí hasta los 1.400cc del *Homo sapiens* moderno.

Los filósofos llevan más de dos mil años intentando explicar la conciencia. Aunque por supuesto, ése es su trabajo. Al no tener grandes conocimientos de biología, sin embargo, la mayoría no han llegado a ninguna parte, lo cual es comprensible. No creo que sea demasiado duro afirmar que la historia de la filosofía, si la resumimos, está principalmente constituida por intentos fallidos de explicar el cerebro. Algunos de los neurofilósofos modernos, como Patricia Churchland y Daniel

Dennett, han desempeñado un trabajo espléndido interpretando los hallazgos de la investigación neurocientífica a medida que se han ido descubriendo. Han ayudado al público a entender, por ejemplo, la naturaleza subordinada de la moralidad y el pensamiento racional. Otros, especialmente aquellos de inclinación posestructuralista, son más retrógrados. Ponen en duda que el programa «reduccionista» u «objetivista» de los investigadores del cerebro sea capaz de explicar la esencia de la conciencia. Aunque tenga una base material, la subjetividad de este punto de vista está más allá del alcance de la ciencia. Para respaldar sus argumentos, los «misterianos» (nombre que reciben algunos) sacan a colación los qualia: las sensaciones sutiles, casi inexpresables, que experimentamos a través de la percepción sensorial. Por ejemplo, la física nos ha enseñado qué es «rojo», ¿pero cuáles son las sensaciones más profundas que supone la «rojez»? Así pues, ¿qué es lo que los científicos pueden aspirar a contarnos a una escala mayor sobre el libre albedrío, o sobre el alma, que al menos según los pensadores religiosos es lo máximo de la inefabilidad?

El método de los filósofos más escépticos es introspectivo y verticalista —pensar en cómo pensamos, y luego aducir explicaciones o encontrar razones que demuestren por qué no puede haber ninguna explicación—. Describen los fenómenos y proporcionan ejemplos que dan a pensar. Llegan a la conclusión de que hay algo fundamentalmente distinto a la realidad ordinaria en la mente consciente. Sea lo que sea, mejor dejarlo en manos de filósofos y poetas.

Los neurocientíficos, cuyo método es implacablemente de abajo a arriba y no de arriba abajo, no quieren saber nada de eso. No se hacen ilusiones sobre la dificultad del cometido; entienden que las montañas no vienen con escaleras mecánicas de fábrica para soñadores. Coinciden con Darwin en que la mente es alcázar que no puede tomarse con un asalto frontal. En vez de eso han optado por abrirse camino por sus recovecos más recónditos lanzando múltiples sondas contra sus murallas, abriendo brechas aquí y allá, y sirviéndose de la ingenuidad técnica y la fuerza para penetrar e investigar por cualquier lugar donde exista espacio suficiente para maniobrar.

Para dedicarse a la neurociencia hay que tener fe. ¿Quién sabe dónde se esconden la consciencia y el libre albedrío, dando por sentado que existen como procesos y entidades íntegras? ¿Aparecerán con el tiempo, se metamorfosearán a partir de los datos como una oruga que se transforma en mariposa, una imagen que nos llena como los hombres de Keats que rodean a Balboa y se miran con incertidumbre? Mientras, la neurociencia, principalmente porque es importante para la medicina, se ha enriquecido. Los presupuestos de sus proyectos de investigación crecen cada año y llegan a los centenares y miles de millones. (En el gremio de la ciencia se lo llama Megaciencia). La investigación sobre el cáncer, las lanzadoras espaciales y la física de partículas experimental gozan de un auge similar.

En el momento en que escribo estas líneas, los neurocientíficos han emprendido el asalto frontal que Darwin consideraba imposible: una tentativa llamada el Proyecto

de mapeo de la actividad cerebral (BAM, por sus siglas en inglés), ideado entre varias instituciones clave de los Estados Unidos, entre ellos los Institutos Nacionales de la Salud y la Fundación Nacional para la Ciencia, en colaboración con el Instituto Allen de Ciencia Cerebral, aprobado como programa gubernamental por el presidente Obama. El programa, de obtener la financiación adecuada, será de una magnitud parecida al Proyecto Genoma Humano, que fue un revolucionario estudio de biología finalizado en 2003. Su objetivo es, nada más y nada menos, mapear la actividad de cada neurona a tiempo real. Gran parte de la tecnología necesaria para ello se tendrá que desarrollar en el proyecto.

El objetivo principal del mapeo de la actividad es lograr conectar todos los procesos del pensamiento —racionales y emocionales, conscientes, preconscientes e inconscientes, tanto los inmóviles como los que fluctúan en el tiempo— a una base física. No será fácil. Hincar los dientes en un limón, dejarse caer en la cama, acordarse de un amigo difunto, contemplar una puesta de sol en la playa. Cada episodio consta de una actividad neuronal masiva tan compleja (gran parte de la cual todavía desconocemos) que ni tan sólo podemos concebirla, y todavía menos plasmarla como un repertorio de células percusoras.

El escepticismo de cara al BAM es algo muy común entre científicos, pero eso no es nada nuevo. El Proyecto Genoma Humano también se topó con una oposición similar, al igual que gran parte de la exploración espacial que lleva a cabo la NASA. Un incentivo añadido para seguir adelante con el proyecto es la aplicación práctica que tendrá el mapeo de cara a la medicina, en concreto, las fundaciones celulares y moleculares de las enfermedades mentales, así como la detección de mutaciones dañinas incluso antes de que se muestren los síntomas.

Suponiendo que el BAM y otras iniciativas parecidas tengan éxito, ¿cómo podrían resolver el acertijo de la conciencia y el libre albedrío? Creo que la clave aparecerá relativamente temprano en el programa de mapeo funcional: no será un broche de oro al final, siempre y cuando la neurobiología siga gozando de privilegios como Megaciencia. Como prueba tenemos la gran cantidad de información que los estudios de cerebro han compilado, especialmente si la combinamos con los principios de la biología evolutiva.

Hay varias razones para que seamos optimistas en la búsqueda de una solución temprana. En primer lugar, la aparición paulatina de la conciencia durante la evolución. El nivel humano —extraordinariamente alto— no se alcanzó de repente, como si encendiéramos una bombilla dándole a un interruptor. El incremento (gradual, aunque rápido) de la capacidad cerebral, desde los prehumanos *habilis* hasta el *Homo sapiens*, insinúa que la conciencia evolucionó paso a paso, de una forma parecida a otros sistemas biológicos complejos —la célula eucariota, por ejemplo, el ojo animal o la vida colonial de los insectos—.

Debería ser posible, pues, seguir las huellas de la conciencia humana con el estudio de especies animales que estén por debajo del nivel humano. El ratón ha sido

un sujeto prominente en investigaciones pioneras de mapeo cerebral, y continuará siendo provechoso. Esa especie presenta unas ventajas técnicas considerables, por ejemplo, una cómoda crianza en los laboratorios (teniendo en cuenta que es un mamífero) y unos sólidos fundamentos adicionales de investigación genética y neurocientífica anterior. Podríamos acercarnos más exactamente a la secuencia real, no obstante, si también examináramos a nuestros parientes filogenéticos más cercanos de entre los primates del Viejo Mundo, empezando con los más primitivos, los lemures y los galagos, y culminando en los más inteligentes, los macacos rhesus y los chimpancés. La comparación revelaría cuáles son los circuitos y las actividades neuronales que tienen las especies no-humanas, y cuándo y en qué orden. Los datos obtenidos quizás revelarían, incluso en los albores de la investigación, las características neurobiológicas que son exclusivamente humanas.

La segunda vía de acceso al reino de la conciencia y el libre albedrío es la identificación de fenómenos emergentes —entidades y procesos que surgen únicamente cuando se combinan otras entidades y procesos preexistentes—. Los encontraremos, como indican los resultados de las investigaciones actuales, en la asociación y la actividad sincronizada entre varias partes, ya sean del sistema sensorial o del cerebro. Mientras, nos será útil concebir el sistema nervioso como un superorganismo perfectamente organizado, cuya sociedad de células (alrededor de las cuales el cuerpo juega principalmente un papel de apoyo) se caracteriza por la división del trabajo y la especialización. Podemos hacer una analogía, por así llamarla, con las hormigas o termitas reinas, y los enjambres de obreras que las apoyan. Las obreras son por sí solas relativamente estúpidas. Obedecen a un programa de instinto ciego e inculto, cuya expresión es poco flexible. El programa exige que las obreras se especialicen en una o dos tareas a la vez, y que cambien de programa siguiendo una secuencia concreta —pasando habitualmente de cuidadora a constructora y de vigía a exploradora— a medida que van envejeciendo. En cambio, las obreras en conjunto son algo brillante. Desempeñan todas las tareas necesarias simultáneamente, y pueden recalibrar su esfuerzo ante emergencias potencialmente letales como las inundaciones, las hambrunas y los ataques de colonias enemigas. No pensemos que esta comparación es algo descabellado. Varios ejemplos de literatura seria, empezando con el clásico de Douglas Hofstader *Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle* (1979), hablan en términos similares.

Una importante ventaja adicional es la estrechez del espectro de percepción humana. La vista, el oído y el resto de nuestros sentidos nos transmiten la sensación de que somos conscientes de casi todo lo que está a nuestro alrededor, tanto del espacio como del tiempo. Sin embargo, como ya argumenté en anteriores capítulos, sólo somos conscientes de ínfimas tajadas de espacio-tiempo, y nos percatamos incluso menos de los campos de energía por los cuales nos movemos. La mente consciente es un mapa de nuestros conocimientos en la intersección donde se cruzan sólo esas partes de los continuos que estamos ocupando. Nos permite ver y conocer

los acontecimientos que más afectan nuestra supervivencia en el mundo real o, más exactamente, el mundo real en el cual nuestros ancestros prehumanos evolucionaron. Entender la información sensorial y el paso del tiempo es entender una parte importante de la misma conciencia. El progreso en esta dirección quizás resulte más fácil de lo que habíamos augurado.

La última lanza que me gustaría romper a favor del optimismo es la necesidad humana de fabricar recuerdos. Nuestras mentes se basan en la narración de historias. En cada instante del presente, un montón de información del mundo real se vierte en nuestros sentidos. Aparte de la severa limitación de los sentidos, también debemos tener en cuenta que la información que reciben sobrepasa con creces lo que el cerebro puede procesar. Para aumentar esta fracción, rememoramos historias de acontecimientos pasados, que nos aportan contexto y significado. Los comparamos con el pasado —que se nos va revelando— a la hora de poner en práctica aquellas decisiones que tomamos tiempo atrás, ya fueran adecuadas o erróneas. A continuación, miramos hacia delante para crear múltiples situaciones hipotéticas distintas —no sólo para recordar ese momento—. El efecto sofocante o enaltecedor que desprenden los centros emocionales que estamos estimulando se encarga de valorar cuál de esas situaciones hipotéticas es la más procedente. En los centros inconscientes del cerebro se llega a una conclusión varios segundos antes de que ésta llegue a la parte consciente, como demuestran estudios recientes.

La vida mental consciente se basa íntegramente en la fabricación de recuerdos. Es una revisión constante de historias que se vivieron en el pasado e historias posibles que se han inventado para el futuro. Por necesidad, la mayoría de ellas se ajustan al mundo real actual de la mejor forma que puedan procesarlas nuestros sentidos, que son bien ínfimos. Los recuerdos de acontecimientos pasados se recuperan por placer, a modo de ensayo, para planificar, o cualquier combinación de estos tres. Algunas de las memorias mutan, convirtiéndose en abstracciones y metáforas, unidades genéricas superiores que incrementan la velocidad y la efectividad del proceso consciente.

Casi toda la actividad consciente contiene elementos de interacciones sociales. Nos fascinan las historias y las respuestas emocionales de los otros. Disfrutamos los juegos, ya sean imaginarios o reales, porque interpretamos intenciones y anticipamos posibles reacciones. Las historias sofisticadas de tan elevado nivel exigen un gran cerebro que almacene vastos bancos de memoria. Los humanos desarrollamos esta capacidad hace mucho tiempo para mejorar nuestra supervivencia.

Si la conciencia tiene una base material, ¿podría decirse lo mismo del libre albedrío? Por decirlo de otra forma, ¿qué pasaría si alguna de las diversas actividades del cerebro fuera capaz de independizarse de la maquinaria neuronal y crear situaciones y tomar decisiones por su cuenta? La respuesta es por supuesto el yo. ¿Y eso qué sería? ¿Y dónde se encuentra? El yo no puede existir como ser paranormal que vive por su cuenta en el cerebro. Es, de hecho, el protagonista dramático de las situaciones fabricadas. En estas historias siempre tiene un papel protagónico; si no

participa, como mínimo es observador y comentarista, porque es ahí donde toda la información llega y se integra. Las historias que constituyen la mente consciente no pueden sustraerse del sistema neurobiológico físico, que asume todas las funciones: guionista, director y elenco de actores. El yo, a pesar de ese delirio de independencia que concibe en las situaciones hipotéticas, es parte de la anatomía y la fisiología del cuerpo.

Sin embargo, sólo podremos explicar la conciencia hasta cierto punto. Supongamos que los neurocientíficos hayan identificado con éxito, de alguna forma y al detalle, todos los procesos del cerebro de una persona concreta. ¿Serían capaces pues de explicar la mente de ese individuo? No, ni por asomo. Sería necesario abrir el inmenso repertorio de memorias particulares del cerebro; todas esas imágenes y acontecimientos que puedan recordarse inmediatamente y otras que están sepultadas en las profundidades del inconsciente. Y si de alguna manera pudiéramos lograr esa hazaña, las memorias (y los centros emocionales que reaccionan ante ellas) se modificarían, algo que supondría la génesis de una nueva mente.

Luego tenemos el factor del azar. El cuerpo y el cerebro comprenden legiones de células que se comunican entre ellas y que se desplazan siguiendo unos patrones discordes que las mentes que constituyen no pueden ni imaginar. A cada instante los estímulos externos, que la inteligencia humana es incapaz de predecir, bombardean las células. Cualquiera de esos acontecimientos puede desencadenar una avalancha de cambios en los patrones neuronales locales, y las situaciones hipotéticas de mentes individuales que pueden modificarse son de un detalle casi infinito. El contenido es dinámico, cambia de un momento a otro en consonancia con la historia y la fisiología propias de cada individuo.

Ya que la mente individual no puede describirse completamente a sí misma ni tampoco puede hacerlo ningún investigador externo, el yo —la célebre estrella que protagoniza las situaciones hipotéticas de la conciencia— puede seguir su camino, apostando apasionadamente por su independencia y libre albedrío. Y eso es una circunstancia darwiniana la mar de fortuita. La confianza en el libre albedrío es adaptable biológicamente. Sin ella, la mente consciente —en el mejor de los casos una ventana oscura y frágil al mundo real— estaría condenada por el fatalismo. Como si fuera un prisionero encerrado de por vida en una celda de aislamiento, sediento de sorpresas y despojado de toda libertad de exploración, se deterioraría.

Así pues, ¿existe el libre albedrío? Sí. Quizás no en la realidad estricta, pero por lo menos sí existe en un sentido operativo necesario para la cordura y, por lo tanto, para la perpetuación de la especie humana.

QUINTA PARTE

Un futuro humano

En la era tecnocientífica, la libertad ha adquirido un Nuevo significado. Como un adulto que emerge de la niñez, tenemos a nuestra disposición una gama de opciones mucho más amplia pero también nos enfrentamos a una serie de riesgos y responsabilidades similarmente más amplia.

15
Solos y libres en el universo

¿Qué nos cuenta la historia de nuestra especie? Y me refiero a la narración que hemos construido a partir de la ciencia, no a la versión arcaica empapada de religión e ideología. Creo que contamos con pruebas lo suficientemente considerables y claras como para llegar a la siguiente conclusión: no nos creó una inteligencia sobrenatural. El azar y la necesidad fueron los responsables de nuestra especie, una entre millones en la biosfera terrestre. Por mucho que esperemos y deseemos lo contrario, no hay ninguna evidencia que pruebe la existencia de una gracia externa que brilla por encima de nosotros, ni tampoco un destino o un propósito demostrables que se nos hayan asignado, ni una segunda vida esperándonos al final de la actual. Estamos, por lo que parece, completamente solos. Y eso, en mi opinión, es algo genial. Significa que somos completamente libres. Por consiguiente, podemos diagnosticar más fácilmente la etiología de las creencias irracionales que tan injustificadamente nos dividen. Tenemos ante nosotros nuevas opciones, que en épocas más remotas eran prácticamente impensables. Nos dan las fuerzas necesarias para abordar con más seguridad la empresa más grande de todos los tiempos: la unidad de la raza humana.

El prerrequisito para lograr ese objetivo es lograr una autocomprensión certera. Así pues, ¿cuál es el sentido de la existencia humana? He insinuado que es la epopeya de la especie, que empezó con la evolución y la prehistoria biológicas, continuó en la historia documentada, y ahora es también aquello en lo que elegiremos convertirnos, que avanza más y más rápido, día tras día, hacia un futuro indefinido.

Hablar de la existencia humana es centrarnos mejor en la diferencia entre las humanidades y la ciencia. Las humanidades abordan en detalle todos los tipos distintos de relaciones que mantienen los seres humanos los unos con los otros y con su entorno, que incluye plantas y animales cuya importancia puede ser tan estética como práctica. La ciencia aborda todo lo demás. La visión del mundo autosuficiente de las humanidades describe la *condición humana*, pero no se plantea por qué es así y no de otra forma. La visión científica del mundo es muchísimo más amplia. Abarca el sentido de la existencia humana: los principios generales de la condición humana, dónde encaja la especie dentro del universo y por qué existe en primer lugar.

La humanidad es producto de un accidente evolutivo fruto de una mutación aleatoria y de la selección natural. Nuestra especie fue el resultado singular de muchos giros y vueltas dentro de un único linaje de primates del Viejo Mundo (prosimios, monos, simios, humanos), centenares de los cuales todavía existen, cada uno producto de sus propios giros y vueltas. Podríamos haber seguido siendo un australopiteco más, con un cerebro similar al de un simio, recolectando frutas y cazando peces, y sufrir tarde o temprano la extinción a la que sucumbieron los otros australopitecos.

A lo largo de los cuatrocientos millones de años que los animales grandes han ocupado la tierra, el *Homo sapiens* ha sido el único que ha desarrollado una inteligencia lo suficientemente alta como para establecer una civilización. Nuestros parientes genéticos más cercanos, los chimpancés (hoy representados por dos especies, el chimpancé común y el bonobo), son los que más se acercaron. Los linajes de los humanos y los chimpancés se escindieron de una estirpe común en África hace unos seis millones de años. Han pasado aproximadamente doscientas mil generaciones, tiempo suficiente para que la selección natural imponga una serie de cambios genéticos significativos. Los prehumanos poseían ciertas ventajas que determinaron el rumbo de su evolución subsiguiente. Entre ellas había, al principio, una vida medio arbórea, y por lo tanto un uso libre de las extremidades anteriores. Esta condición arcaica más tarde se ajustó a una vida principalmente terrestre. Otras condiciones influyentes serían los ancestros de gran cerebro y un continente inmenso con un clima principalmente equitativo, con extensas praderas intercaladas con bosques secos abiertos. En años posteriores, otro prerrequisito ventajoso fue la frecuencia habitual de incendios, algo que fomentaba un crecimiento fresco de plantas herbáceas y arbustos. Además, y lo que es más importante, los incendios posibilitaron, a la larga, que la dieta cambiara y se basara en la carne cocinada. Esta combinación singular de circunstancias durante el período previo a la evolución, además de la suerte (no se dieron cambios climáticos devastadores, erupciones volcánicas o pandemias graves), supuso una tirada a la ruleta favorable a los humanos primitivos.

Como si fueran dioses, sus descendientes han saturado gran parte de la Tierra, y el resto lo han modificado hasta cierto punto. Nos hemos convertido en la mente del planeta, y quizás también de todo nuestro rincón de la galaxia. Podemos hacer con la Tierra lo que nos plazca. Hablamos todo el rato de su destrucción, a manos de una guerra nuclear, del cambio climático o de una Segunda Venida apocalíptica presagiada en las Sagradas Escrituras.

Los seres humanos no somos malvados por naturaleza. Somos lo suficientemente inteligentes, generosos, benevolentes y emprendedores como para convertir la Tierra en un paraíso, tanto para nosotros como para la biosfera que nos dio a luz. No es descabellado que a finales de este siglo logremos ese objetivo, o que por lo menos estemos bien encaminados. Lo que hasta ahora ha demorado el proceso es que el *Homo sapiens* es una especie inherentemente disfuncional. Nos frena la Maldición Paleolítica: las adaptaciones genéticas que tan bien nos funcionaron durante millones de años de existencia cazadora-recolectora cada vez estorban más en una sociedad globalmente urbana y tecnocientífica. Por lo visto, somos incapaces de estabilizar las políticas económicas y cualquier forma de gobernación que esté por encima del nivel de una aldea. Además, gran parte de la gente del mundo todavía se somete a religiones organizadas tribales, dirigidas por hombres que reivindican un poder sobrenatural para ganarse la obediencia y los recursos de los creyentes. Somos

adictos al conflicto tribal, algo que es inofensivo y entretenido si lo trasladamos a los deportes de equipo, pero que resulta letal cuando se traduce en luchas étnicas, religiosas e ideológicas. Hay otros prejuicios hereditarios. Ya que el narcisismo nos paraliza demasiado y somos incapaces de proteger el resto de formas de vida, seguimos destrozando el medioambiente, la herencia más preciosa e irremplazable que se nos legó. Y sigue siendo tabú proponer políticas de población basadas en la optimización de la densidad demográfica y la distribución geográfica por edades. La idea tiene un tinte «fascista», y en cualquier caso podemos aplazara una o dos generaciones más —o eso es lo que nos gustaría pensar—.

La disfunción de nuestra especie ha generado esa miopía hereditaria de la cual somos bien conscientes y que tanto nos incomoda a todos. La gente no suele preocuparse mucho por aquellos que no sean de su tribu o país, e incluso pasadas una o dos generaciones. Que se preocupen de especies animales —exceptuando los perros, los caballos y todos los otros (pocos) que hemos domesticado para que sean nuestros serviles compañeros— es incluso más raro.

La mayoría de nuestros líderes religiosos, políticos y empresariales creen en explicaciones sobrenaturales de la existencia humana. Aunque en privado las pongan en duda, poco les interesa oponerse a líderes religiosos y agitar innecesariamente al pueblo, quienes les otorgan poder y privilegios. Los científicos que podrían contribuir a una visión del mundo más realista son especialmente decepcionantes. Son esencialmente *yeomen*, enanos intelectuales que se contentan con quedarse dentro de las estrechas especialidades para las cuales estudiaron y que les dan dinero.

Está claro que parte de la disfunción se debe a la condición juvenil de la civilización global, que sigue siendo una obra en proceso de elaboración. Pero gran parte simplemente se debe al hecho de que nuestros cerebros están conectados pésimamente. La naturaleza humana hereditaria es el legado genético de nuestro pasado prehumano y paleolítico —el «sello imborrable de nuestro humilde origen» es, como lo nombró Charles Darwin, fijándose primero en la anatomía (*El origen del hombre*, 1871) y luego en las emociones que expresamos con la cara (*La expresión de las emociones en el hombre y en los animales*, 1872). Los psicólogos evolutivos han perseverado para explicar la importancia de la evolución biológica en las diferencias de género, el desarrollo mental de los niños, la clasificación de estatus, la agresión tribal e incluso la elección de dietas.

Como ya he insinuado en textos anteriores, la cadena de causalidad tiene más miga; se extiende hasta llegar al nivel de organización biológica que posibilita la selección natural. Comportarse de forma egoísta dentro del grupo proporciona una ventaja competitiva, pero habitualmente es algo destructivo para el conjunto del grupo. Abriéndose paso, en dirección opuesta a la selección individual, figura la selección a nivel grupal —grupo contra grupo—. Cuando un individuo es altruista y se muestra cooperativo, su ventaja competitiva queda reducida en comparación a la de otros miembros, pero se incrementa la supervivencia y el índice de reproducción

del grupo en conjunto. En resumidas cuentas, la selección individual favorece aquello que llamamos pecado y la selección grupal favorece la virtud. Esto desemboca en el conflicto de conciencia interno que nos aflige a todos —exceptuando a los psicópatas, que afortunadamente sólo conforman un 1-4% de la población—.

Los frutos de los dos vectores opuestos de la selección natural están inculcados en nuestras emociones y nuestro raciocinio, y no podemos eliminarlos. El conflicto interno no es una irregularidad personal sino una calidad humana atemporal. Este tipo de conflicto nunca atormentará a un águila, un zorro o una araña, por ejemplo, cuyas cualidades son producto de la selección individual, o a una hormiga obrera, cuyos atributos sociales los determinó íntegramente la selección grupal.

El conflicto interno de la conciencia, provocado por estos niveles opuestos de selección natural, es algo más que un tema de reflexión arcano sólo apto para biólogos teoréticos. No es la existencia de la bondad y la maldad, destrozándose la una a la otra dentro de nuestro pecho. Es una característica biológica fundamental para entender la condición humana, necesaria para la supervivencia de la especie Las presiones de selección opuestas generaron, durante la evolución genética de los prehumanos, una mezcla inestable de reacciones emocionales innatas. Crearon una mente cuyo humor cambia de forma continua y caleidoscópica, siendo orgullosa, agresiva, competitiva, enfadadiza, vengativa, venal, curiosa, traicionera, intrépida, tribal, valiente, humilde, patriótica, empática y cariñosa. Todos los seres humanos normales somos a la vez nobles e innobles, a veces simultáneamente, a menudo en estrecha alternancia.

La inestabilidad de nuestras emociones es un atributo que deberíamos querer conservar. Es la esencia de la personalidad humana y la fuente de nuestra creatividad. Necesitamos entendernos tanto en términos evolutivos como psicológicos si queremos planificar un futuro más racional y más resistente a las catástrofes. Debemos aprender a comportarnos, pero mejor no nos hagamos ilusiones de domesticar la naturaleza humana.

Los biólogos han creado un concepto muy útil: la carga de parásitos tolerable, que si bien puede ser onerosa, no es insoportable. Casi todas las especies de plantas y animales portan parásitos, que por definición son otras especies que viven encima o dentro de sus cuerpos y en la mayoría de casos toman alguna pequeña parte de sus anfitriones sin matarlos. Los parásitos, en resumidas cuentas, son depredadores que comen su presa en magnitudes que son menos que la unidad. Los parásitos tolerables son los que han evolucionado para garantizar su propia supervivencia y reproducción suponiéndole al anfitrión un daño y un coste mínimos. Si un individuo intentara eliminar de su cuerpo todos sus parásitos tolerables cometería un grave error. El precio a pagar sería, a la larga, inmenso, y sus propias funciones corporales saldrían demasiado perjudicadas. Aquellos que duden de este principio deberían pensar en lo que conllevaría la exterminación de los ácaros demodex, casi microscópicos, que quizás (hay aproximadamente un 50% de probabilidades) ahora mismo pululen por la

base de los pelos de sus cejas. No olvidemos, tampoco, los millones de bacterias hostiles que se codean con aquellas amistosas en los líquidos nutricionalmente ricos de nuestras bocas.

Los rasgos destructivos innatos de la vida social son parecidos a la presencia física de organismos parasitarios, y el decrecimiento cultural de su impacto puede asemejarse a la disminución de una carga dogmática tolerable. Un ejemplo evidente de esto último es la fe ciega hacia los mitos de creación sobrenaturales. Por supuesto, hoy en día moderar la carga dogmática sería difícil en gran parte del mundo, incluso peligroso. Los mitos se utilizan tanto para controlar y subordinar a los fieles como para garantizar la superioridad religiosa sobre creyentes de mitos de creación distintos. Examinar cada una de estas historias en detalle de forma objetiva y explicar bien sus orígenes históricos fácticos sería un buen comienzo, y es un proceso que ya han emprendido (aunque lenta y cuidadosamente) muchas disciplinas académicas. Un segundo paso, aunque suene descabellado, sería pedirles a los líderes de cada religión y secta que defendieran públicamente, con la ayuda de teólogos, los detalles sobrenaturales de su fe en comparación con los de otras fes, sustentándose en el análisis histórico y las causas naturales.

Reprobar las doctrinas fundamentales de fes concretas siempre se ha visto como algo blasfemo. Aunque no sería especialmente absurdo en el mundo mucho mejor informado de hoy en día invertir esa tendencia y acusar de blasfemo a cualquier líder religioso o político que asegure hablar con Dios o en su nombre. La finalidad es situar la dignidad personal del creyente por encima de la dignidad de la creencia que exige su obediencia incondicional. Puede que a la larga sea posible organizar seminarios sobre el Jesús histórico en iglesias evangélicas, e incluso publicar imágenes de Mahoma sin correr un peligro de muerte.

Eso sería una verdadera oda a la libertad. Podríamos hacer lo mismo con las ideologías políticas dogmáticas, de las cuales hay demasiadas en el mundo. El razonamiento detrás de estas religiones seculares siempre es el mismo: una proposición cuya lógica no se cuestiona, seguida de una explicación verticalista y una lista de pruebas, elegidas cuidadosamente, que la corroboran. La fuerza de los fanáticos y los dictadores flaquearía si se comprobaran sus creencias de base y se les pidiera que justificaran sus conjeturas («hable claro, por favor»).

Entre todos estos pseudoparásitos culturales hay uno que es especialmente virulento: la negación de la evolución orgánica por parte de la religión. Aproximadamente la mitad de los estadounidenses (un 46% en 2013, un incremento respecto al 44% de 1980), la mayoría de los cuales son cristianos evangélicos, junto a un número similar de musulmanes de todo el planeta, creen que ese proceso nunca sucedió. Al ser creacionistas, insisten en que Dios creó la humanidad y el resto de la vida de un mega-golpe. Sus mentes no aceptan la cantidad apabullante de pruebas basadas en hechos objetivos que respaldan la evolución, que cada vez está más engranada a todos los niveles de organización biológica, desde las moléculas a la

geografía y el ecosistema de la biodiversidad. Ignoran la evolución constante que se observa en la disciplina, que incluso es capaz de ubicar a los genes en cuestión; o, más concretamente, consideran que seguir siendo ignorantes es una virtud. También se pasan por alto nuevas especies descubiertas en los laboratorios. Para los creacionistas, la evolución no es más que una teoría no demostrada. Para algunos, es una invención de Satán que Darwin y luego otros científicos han difundido para engañar a la humanidad. De niño acudía a una iglesia evangélica en Florida. Me enseñaron que los agentes profanos de Satán son diabólicamente listos y perseverantes, pero que todos son unos mentirosos, sean hombres o mujeres. Escuchara lo que escuchara, debía taparme las orejas y confiar profundamente en la fe verdadera.

En una democracia todos tenemos la libertad de pensar lo que queramos; así pues, ¿por qué considerar que opiniones como el creacionismo son un virulento pseudoparásito cultural? Porque representan el triunfo de la fe religiosa ciega por encima de hechos cuidadosamente contrastados. No es un concepto de la realidad basado en la evidencia y el criterio lógico. Es, más bien, parte del coste de admisión a una tribu religiosa. La fe es la prueba del sometimiento de una persona a un Dios particular, y de hecho, no a la deidad directamente, sino a otros humanos que aseguran ser sus representantes.

A la sociedad le ha salido caro agachar la cabeza. La evolución es un proceso esencial del universo, no sólo en los organismos vivos sino en todas partes, en todos los niveles. Su análisis es fundamental para la biología, que incluye la medicina, la microbiología y la agronomía. Además, la psicología, la antropología, e incluso la mismísima historia de la religión no tienen ningún sentido sin la evolución como componente clave a lo largo del tiempo. La negación explícita de la evolución dentro del marco de una «ciencia de la creación» es una falsedad rotunda, el equivalente adulto a taparse las orejas con las manos, y un déficit para cualquier sociedad que decida someterse de esa forma a una fe fundamentalista.

Está claro que la fe ciega tiene sus consecuencias positivas. Une mejor a los grupos y proporciona sosiego a sus miembros. Fomenta la caridad y las conductas respetuosas con la ley. Posiblemente, la carga dogmática se hace más tolerable gracias a estos servicios. Sin embargo, la fuerza fundamental que mueve a la fe ciega no es una inspiración divina. Es, más bien, el certificado de pertenencia a un grupo. El bienestar del grupo y la defensa de su territorio son de origen biológico, no sobrenatural. Exceptuando aquellas sociedades teológicamente represivas, hoy en día no es difícil que las personas cambien de religión, se casen con gente de otras religiones, o incluso las abandonen completamente sin no por ello perder los valores morales ni tampoco la capacidad de asombrarse —que es igual de importante—.

Hay otros conceptos arcaicos erróneos aparte de la religión que han perjudicado la cultura, aunque siguen una lógica más razonable y honesta. El más importante es la convicción de que las dos grandes ramas del conocimiento —la ciencia y las

humanidades— son independientes la una de la otra. E incluso que cuanto más separadas estén, mejor.

En este libro he argumentado que aunque el conocimiento científico y su tecnología sigan creciendo exponencialmente, duplicándose cada década (o cada dos, dependiendo de la disciplina), es inevitable que esa tasa de crecimiento disminuya. Los descubrimientos rompedores, aunque proporcionen un amplio conocimiento, irán aflojando y cada vez serán menos. Dentro de unas décadas el conocimiento de la cultura tecnocientífica será brutal comparado con el de ahora, pero también será el mismo en cualquier parte del mundo. Lo que sí continuará evolucionando y diversificándose eternamente son las humanidades. Si nuestra especie tiene un alma, ésta reside en las humanidades.

Sin embargo, a esta gran rama del conocimiento, que comprende las artes creativas y su estudio académico, aún la entorpecen las graves (y muy poco percibidas) limitaciones del mundo sensorial en el que existe la mente humana. Somos principalmente seres audiovisuales y no tenemos en cuenta el mundo de sabores y olores donde moran casi todas las otras millones de especies. Ignoramos completamente los campos eléctricos y magnéticos que algunos animales utilizan para orientarse y comunicarse. Incluso en nuestro propio mundo audiovisual no estamos muy lejos de ser ciegos y sordos. Sólo somos capaces de percibir directamente segmentos diminutos del espectro electromagnético. Y no podemos discernir la gama completa de frecuencias de compresión que fluyen por la tierra, el aire y el agua.

Y eso es sólo el principio. Aunque los detalles de las artes creativas son potencialmente infinitos, los arquetipos y el instinto que ilustran son en realidad muy pocos. Las emociones que los producen, incluso las más potentes, son escasas —podríamos decir que son menos que los instrumentos de una orquestra sinfónica completa—. Los artistas creativos y aquellos que estudian las humanidades en líneas generales tienen poco conocimiento del (en comparación inmenso) continuo de espacio-tiempo de la Tierra, ya sean sus partes vivientes como las no vivientes, y aún menos del sistema solar y el espacio sideral. Su percepción del *Homo sapiens* es la apropiada: saben que es una especie muy distinta. Pero invierten poco tiempo en preguntarse qué es lo que eso entraña o por qué es así.

La ciencia y las humanidades, ciertamente, son fundamentalmente distintas la una de la otra, en lo que dicen y en lo que hacen. Pero sus orígenes se complementan el uno al otro, y surgen de los mismos procesos creativos del cerebro humano. Si el poder heurístico y analítico de la ciencia pudiera sumarse a la creatividad introspectiva de las humanidades, la existencia humana ganaría un sentido infinitamente más productivo e interesante.

Apéndice

Las limitaciones del fitness inclusivo

Dada la importancia de la teoría genética necesaria para explicar los orígenes biológicos del altruismo y la organización social avanzada, y teniendo en cuenta la controversia reciente, tan divulgada, que la rodea, aquí planteo un análisis reciente de la teoría del fitness inclusivo y presento la razón por la cual debería ser sustituida por una genética de poblaciones basada en los datos. El material que expongo procede de un artículo de investigación publicado anteriormente, libre de análisis y referencias matemáticas. El artículo fue sujeto a una intensa revisión por parte de expertos antes de ser publicado.

Referencia: «Limitations of Inclusive Fitness», de Benjamin Allen, Martin A. Nowak, y Edward O. Wilson, *Proceedings of the Nacional Academy of Sciences USA*, volumen 110, número 50, págs. 20135-20139 (2013).

Significado

La teoría del fitness inclusivo expone que el éxito evolutivo de un atributo se puede calcular como una suma de las consecuencias del fitness multiplicadas por coeficientes de parentesco. A pesar de la existencia de análisis matemáticos recientes, que señalan las limitaciones de este enfoque, sus defensores aseguran que es tan general como la teoría de la selección natural. Esta aseveración se basa en el uso de la regresión lineal para dividir el fitness de la persona en dos tipos de componentes: los que se deben al yo y los que se deben a los otros. Demostramos que este método de regresión no sirve para predecir o interpretar procesos evolutivos. En concreto, que es incapaz de distinguir entre la correlación y la causalidad, lo cual conlleva la interpretación errónea de situaciones sencillas. Las flaquezas del método de regresión subrayan las limitaciones de la teoría del fitness inclusivo en general.

Hasta hace poco, el fitness inclusivo gozaba de una amplia aceptación como método general para explicar la evolución de la conducta social. Afirmamos y ampliamos las primeras críticas que aparecieron y demostramos que el fitness inclusivo es, de hecho, un concepto limitado, que sólo se da en un subconjunto reducido de procesos evolutivos. El fitness inclusivo presupone que el fitness personal es la suma de componentes añadidos que son producto de acciones individuales. Esa presunción no sirve para la mayoría de procesos y situaciones evolutivas. Con tal de eludir esta limitación, los teóricos del fitness inclusivo han propuesto un método que utiliza la regresión lineal. Sirviéndose de ese método, aseguran que la teoría del fitness inclusivo (i) predice la orientación de los cambios de frecuencia de los alelos, (ii) descubre el por qué de esos cambios, (iii) es tan

general como la selección natural y (iv) le proporciona a la evolución un principio de creación universal. En este artículo analizamos estas aseveraciones, y demostramos que ninguna de ellas tiene fundamento. Si el objetivo es valorar si la selección natural favorece o se opone a las mutaciones que modifican la conducta social, ningún aspecto de la teoría del fitness inclusivo nos es de utilidad.

La teoría del fitness inclusivo es un enfoque que justifica los efectos del fitness en la evolución social. Lo planteó por primera vez W. D. Hamilton en 1964: demostró que, bajo ciertas circunstancias, la evolución se decanta por aquellos organismos cuyo fitness inclusivo es más elevado. Este resultado se ha interpretado como principio de diseño: los organismos evolucionados intentan maximizar su fitness inclusivo. Hamilton lo definió como sigue:

> El fitness inclusivo puede plantearse como el fitness personal que un individuo muestra realmente en su producción de retoños adultos una vez ha sido desmontada y luego aumentada de cierta manera. Está despojado de todo componente que podría considerarse consecuencia del entorno social del individuo; dejamos de lado el fitness que mostraría si no estuviera expuesto a ninguno de los daños o beneficios de ese entorno. A continuación esta cuantidad la aumentan ciertas fracciones de daño y beneficio que el mismo individuo infiere en el fitness de sus vecinos. Las fracciones en cuestión sólo son los coeficientes de parentesco que corresponden a los vecinos que afecta: la unidad para individuos clónicos, la mitad para hermanos y hermanas, un cuarto para medio hermanos y hermanas, un octavo para primos… y finalmente cero para todos aquellos vecinos cuyo parentesco pueda considerarse prácticamente nulo.

Aunque las formulaciones modernas de la teoría del fitness inclusivo utilizan coeficientes de parentesco distintos, todos los otros aspectos de la definición de Hamilton siguen intactos.

Aquí el punto crucial es que se presupone que el fitness personal puede subdividirse en componentes acumulativos provocados por acciones individuales. El fitness personal de un individuo concreto está despojado de todo componente que sea consecuencia del «entorno social». Esto significa que debemos restarle al fitness personal de un individuo cada efecto que sea consecuencia de otros individuos. A continuación debemos sopesar cómo el individuo concreto influye en los fitness personales de todos los otros individuos de la población. En ambos casos debemos suponer que el fitness personal pueda representarse como una suma de componentes causados por acciones individuales. El fitness inclusivo es producto de la acción sobre el agente y también de los efectos de la acción sobre otros, multiplicados en cada caso por la relación de parentesco entre el agente y los otros.

Resulta evidente de inmediato que la presunción de la aditividad, algo esencial para el concepto del fitness inclusivo, no tiene por qué ser siempre válida. Por ejemplo, el fitness personal de un individuo puede ser una función no lineal de las acciones de otros. Es más, la supervivencia de un individuo podría depender de la acción simultánea de varios otros; por ejemplo, el éxito reproductivo de la hormiga reina podría depender de la acción coordinada de grupos de obreras especializadas. Los experimentos han descubierto que los efectos de fitness de las conductas

cooperativas de los microbios no son aditivos. Está claro que en general no podemos presuponer que los efectos de fitness sean aditivos.

Dos planteamientos sobre el fitness inclusivo

En los estudios de fitness inclusivo encontramos dos planteamientos que pretenden resolver la limitación de la aditividad. El primero centra la atención sólo en aquellos modelos simplificados en los cuales se mantenga la aditividad. Por ejemplo, la formulación original de la teoría del fitness inclusivo de William D. Hamilton presenta la aditividad como conjetura. La aditividad además se deduce de la presunción de que las mutaciones sólo afectan ligeramente a los fenotipos, y que el fitness varía ligeramente según éstos.

M. A. Nowak, C. E. Tarnita y E. O. Wilson investigaron las bases matemáticas de este primer planteamiento. Demostraron que este planteamiento también requiere una serie de suposiciones restrictivas que van más allá de la aditividad de los efectos de fitness y, por lo tanto, sólo puede aplicarse a un conjunto limitado de procesos evolutivos. A modo de réplica, más de un centenar de autores firmaron la siguiente declaración: «El fitness inclusivo es tan general como la mismísima teoría genética de la selección natural». ¿Cómo debemos interpretar esta contradicción aparente?

La respuesta es la siguiente: esta declaración descansa en un segundo planteamiento alternativo, que se ocupa retrospectivamente del problema de la aditividad. En este planteamiento, el resultado de la selección natural ya debe conocerse o estar especificado desde el principio, y el objetivo es dar con los costes y beneficios aditivos que habrían producido este resultado —independientemente de si se corresponden a interacciones biológicas reales o no—. El coste (C) y el beneficio (B) se determinan mediante el uso de la regresión lineal. A continuación, el cambio de frecuencia de genes se reescribe según la fórmula BR-C, donde R cuantifica el parentesco. Este método de regresión lo planteó Hamilton en una continuación de su trabajo original sobre la teoría del fitness inclusivo, y subsiguientemente, se ha perfeccionado como fórmula para refundir cambios de frecuencia según la regla de Hamilton.

El método regresivo respalda muchas de las aseveraciones sobre el poder y la generalidad de la teoría del fitness inclusivo. Por ejemplo, con frecuencia se afirma que el método regresivo le permite al fitness inclusivo eludir el requisito de la aditividad. También se arguye que el método regresivo prevé la dirección del avance de la selección natural, y que conlleva una comprensión cuantitativa de cualquier cambio de frecuencia que sea consecuencia de las interacciones sociales ente parientes relacionados.

Aquí examinamos esas aseveraciones y nos preguntamos qué es lo que el método regresivo revela sobre un cambio evolutivo concreto. Demostramos que las

reivindicaciones del poder profético y explicativo del método son falsas, y que la afirmación de su generalidad no es tan significativa como para analizarse. Estos descubrimientos ponen en duda que el fitness inclusivo proporcione un principio de diseño evolutivo. De hecho, no existe semejante principio de diseño.

El método regresivo no brinda predicciones

Examinemos las diversas aseveraciones que se han hecho al respecto del método regresivo, empezando con la afirmación de que prevé la dirección del avance de la selección natural. Esta afirmación no puede ser cierta, porque el cambio en frecuencia de alelos a lo largo del intervalo de tiempo estudiado se determina de entrada. La «predicción» meramente recapitula lo que ya conocemos, como por ejemplo que BR-C concuerda con el resultado predeterminado.

El método regresivo tampoco prevé lo que sucederá a lo largo de intervalos de tiempo distintos o bajo distintas condiciones. Si la situación o el intervalo de tiempo estudiados se modifican, los datos de inicio deberán re-especificarse y el método tendrá que aplicarse de nuevo, lo que brindará resultados nuevos e independientes.

Esta falta de poder predictivo no es nada sorprendente. Es lógicamente imposible prever el resultado de un proceso sin hacer conjeturas previas sobre su funcionamiento. Ante la ausencia de cualquier conjetura de diseño, lo único que podemos hacer es reescribir los datos en cuestión de una manera distinta.

Los experimentalistas han detectado esta ausencia de capacidad predictiva. Un estudio reciente aplicó el método regresivo a la producción cooperativa de un agente necesario para una resistencia a antibióticos en *Escherichia coli*. Los autores concluyen que «aunque se hayan medido los valores de B, C y R para un sistema particular de productores y no-productores, no se puede prever cuál será el resultado si modificamos la estructura de la población o la bioquímica de los individuos».

El método regresivo no brinda explicaciones causales

Ahora evaluaremos el poder explicativo del método regresivo. Los estudios recientes al parecer no se ponen de acuerdo en este tema. Algunos investigadores aseguran que el método proporciona explicaciones causales al cambio de frecuencia, mientras que otros aseguran que meramente proporciona una ayuda conceptual útil. Además, las cantidades que se derivan del método regresivo comúnmente se describen en términos de conductas sociales como el altruismo y el rencor, lo que empapa estas cantidades de «brillo causal» incluso si no se han hecho aseveraciones directas de causalidad.

La afirmación de que el método regresivo identifica las causas del cambio de

frecuencia de alelos no puede ser cierta, porque la regresión sólo puede identificar la correlación, y la correlación no implica causación. Además, ya que el método regresivo pretende dar con efectos de fitness social aditivos que encajen con los datos proporcionados, deberíamos anticipar que podría brindar resultados engañosos cuando las interacciones sociales no son aditivas, o cuando otros factores causan la variación del fitness. Basándonos en este principio, presentamos tres situaciones hipotéticas en las cuales el método regresivo identifica erróneamente las causas del cambio de frecuencia.

En la primera situación hipotética, un rasgo «parasítico» hace que sus portadores busquen a individuos de fitness elevado e interactúen con ellos. Suponemos que estas interacciones no afectan al fitness. Sin embargo, este interés en buscar hace que el fitness se convierta en algo sumamente correlacionado con tener un parásito como compañero; y así el método regresivo brinda $B > 0$. Según esta interpretación, los parásitos deberían considerarse cooperativos, ya que otorgan fitness elevado a sus compañeros. No obstante, esto por supuesto interpreta la causalidad en el sentido opuesto —el fitness elevado causa la interacción, y no al revés—.

Hay variantes de esta conducta parasítica que se dan en muchos sistemas biológicos. Un pájaro quizás opte por asentarse en el nido de una pareja de fitness elevado, con el objetivo de heredar el nido a la larga. Similarmente, una avispa social puede que tenga más tendencia a permanecer en el avispero de sus progenitores si éstos tienen fitness elevado, también con la esperanza de heredarlo. Aplicar el método de regresión a estas situaciones nos llevaría a confundir las conductas puramente egoístas con cooperación.

El segundo ejemplo es un rasgo «celoso». Los individuos celosos localizan compañeros de fitness elevado y los agreden con el objetivo de reducir su fitness. Suponemos que estas agresiones les resultan costosas a los atacantes, pero sólo son ligeramente efectivas, de modo que tras los ataques, los individuos agredidos aún conservan un fitness por encima de la media. El método regresivo brinda $B, C > 0$, que sugiere que los individuos celosos están sujetos a una cooperación costosa. De nuevo, esta interpretación es errónea: los ataques son dañinos, y la correlación de fitness positivo se debe a la elección de compañeros de interacción y a la ineficacia de los ataques.

El tercer ejemplo es el rasgo «cuidador». Un cuidador buscará individuos de fitness bajo y se esforzará para mejorar su fitness. Suponemos, sin embargo, que esta ayuda no es demasiado eficaz, de forma que los individuos se quedan con un fitness por debajo de la media. El método de regresión brinda $B < 0$, $C > 0$; malinterpreta este fitness bajo restante como si fuera un sabotaje costoso por parte de los cuidadores.

Enfoques «libres de conjeturas»

Finalmente, nos fijamos en la afirmación de que la teoría del fitness inclusivo es «tan general como la teoría genética de la selección natural». El argumento es el siguiente: ya que el método regresivo puede aplicarse a un cambio arbitrario de frecuencia de alelos (independientemente de las causas reales de este cambio), se deduce que cada caso de selección natural puede explicarse utilizando la teoría del fitness inclusivo.

Sin embargo, como hemos visto, el método regresivo nos proporciona una «falacia *ad hoc*» que no pronostica o explica nada sobre una situación particular o sobre cualquier otra. Por supuesto, existirán casos en los cuales el método regresivo brindará explicaciones causales correctas, y también pueden darse casos en los cuales los resultados obtenidos en una situación sean más o menos aplicables a otras. No obstante, el método regresivo no nos brinda ningún criterio para identificar estos casos; en efecto, para formular estos criterios nos harían falta suposiciones adicionales sobre los procesos subyacentes. Sin estas suposiciones, los resultados del método regresivo no responden ninguna pregunta científica sobre la situación que se está estudiando. La afirmación de generalidad, por lo tanto, no tiene demasiado sentido.

Esta carencia de utilidad no se debe a ningún error técnico. Más bien, es la consecuencia de intentar aplicar la regla de Hamilton a todo tipo de selección natural. Este impulso es comprensible, dado el atractivo intuitivo de la formulación original de Hamilton. Sin embargo, la solidez de un marco teórico depende de sus conjeturas; una teoría sin conjeturas no puede prever o explicar nada. Como Wittgenstein argumentó en su *Tractatus Logico-Philosophicus*, una afirmación que sea cierta en todas las situaciones no contiene información específica sobre ninguna situación concreta.

No existe un principio de diseño universal

El concepto del fitness inclusivo surge cuando uno intenta explicar la evolución de la conducta social a nivel del individuo. Por ejemplo, la teoría del fitness inclusivo pretende razonar la existencia de hormigas obreras estériles partiendo de las conductas de las propias obreras. La explicación sugerida es que las obreras maximizan su fitness inclusivo ayudando a la reina en vez de producir sus propios retoños.

La afirmación de que la evolución maximiza el fitness inclusivo se ha interpretado como un principio de diseño evolutivo universal. Esta aseveración se basa en un argumento de Hamilton de que la evolución maximiza el fitness inclusivo promedio de una población, y en un argumento distinto de Alan Grafen de que los organismos evolucionados tienden a intentar maximizar su fitness inclusivo. Ambos razonamientos dependen de conjeturas restrictivas, entre ellas la aditividad de los efectos del fitness. Ya que los experimentos han demostrado que los efectos del

fitness en poblaciones biológicas reales no son aditivos, no se puede confiar en que estos resultados se mantengan en general. Además, tanto la teoría como los experimentos han expuesto que la selección que depende de la frecuencia puede suscitar fenómenos dinámicos tan complejos como balances múltiples y mezclados, ciclos de límites y atractores caóticos, lo que descarta la necesidad general de maximizar. Así pues, la evolución no comporta, en general, la maximización del fitness inclusivo ni de ninguna otra cantidad.

Enfoques racionales a la teoría evolutiva

Afortunadamente, no nos hacen falta principios de diseño ni maximizaciones universales para entender la evolución de la conducta social. Más bien, podemos servirnos de un enfoque genético sencillo: consideremos las mutaciones que modifican el comportamiento. La selección natural, ¿bajo qué condiciones favorece o desfavorece esas mutaciones? El blanco de la selección no es el individuo, sino el alelo o el conjunto genómico que afecta el comportamiento.

Para investigar estos temas teóricamente, uno necesita hacer conjeturas sobre el diseño. Esas conjeturas pueden ser muy específicas, pudiéndose aplicar sólo a situaciones biológicas concretas; o más bien generales, aplicables a una extensa gama de situaciones. Los marcos de diseño que dependen de conjeturas generales (pero precisas) han aparecido recientemente y son una herramienta útil para estudiar la evolución de aquellas poblaciones que se estructuran espacial, grupal y fisiológicamente; la evolución de atributos continuos; y la misma teoría del fitness inclusivo (en aquellos casos donde los efectos del fitness sean aditivos y se cumplan los otros requerimientos). Aunque estos marcos pueden utilizarse para obtener resultados generales, ninguno de ellos es universal o está libre de conjeturas. Al contrario, dependen de sus conjeturas para obtener previsiones bien definidas y demostrables sobre aquellos sistemas en los cuales puedan aplicarse.

Debate

La teoría del fitness inclusivo pretende encontrar un principio de diseño universal para la evolución que funcione a nivel del individuo. El resultado es una cantidad inobservable que no existe en general (si se requiere aditividad) o que no cuenta con un valor predictivo o explicatorio (si se utiliza el método regresivo). Si en cambio adoptamos una perspectiva genética y nos planteamos si la selección natural favorecerá aquellos alelos que modifiquen la conducta social o se opondrá a ellos, no hay necesidad de fitness inclusivo.

La preponderancia de la teoría del fitness inclusivo lleva varias décadas

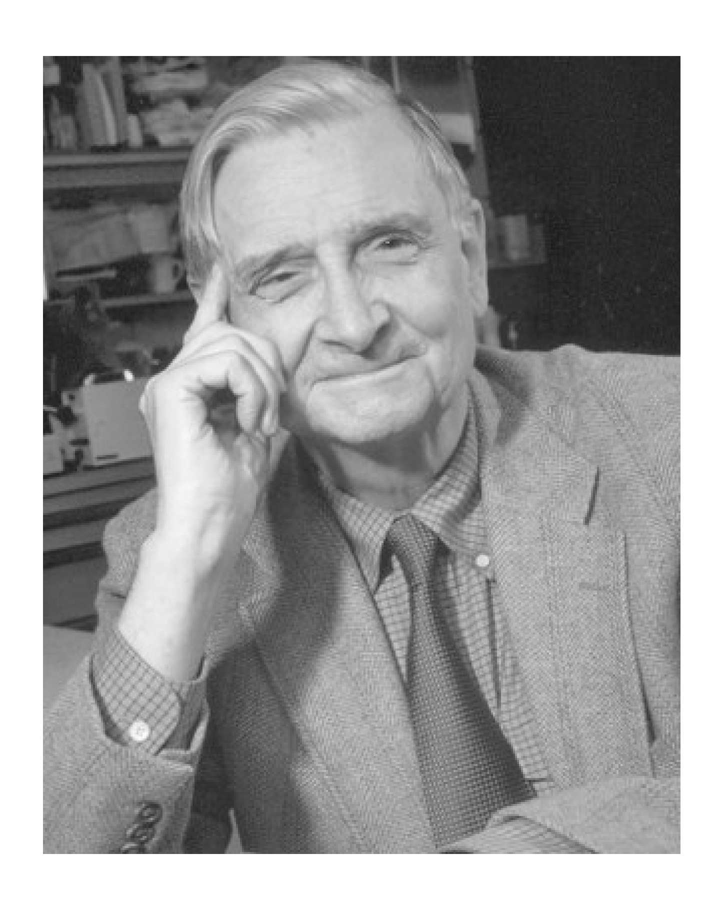
obstaculizando el progreso en esta disciplina. Ha reprimido consistentemente críticas razonables y enfoques alternativos. En concreto, la tentativa de renunciar al requisito de la aditividad mediante el uso de métodos de regresión ha supuesto una ofuscación lógica y aseveraciones de universalidad falsas. Los cálculos más razonables del fitness inclusivo que adoptan la aditividad conforman un método alternativo para dar cuenta de los efectos del fitness en algunas situaciones concretas, pero este método nunca es necesario y a menudo resulta absurdamente complicado. No hay ninguna cuestión en el campo de la biología evolutiva que requiera un análisis basado en el fitness inclusivo.

Una vez haya asumido las limitaciones del fitness inclusivo, la sociobiología tendrá la posibilidad de seguir avanzando hacia adelante. Fomentamos el desarrollo de modelos realistas basados en una comprensión firme de la historia natural. Con la ayuda de la genética de poblaciones, la teoría evolutiva de juegos y otros procedimientos analíticos aún por venir, surgirá una teoría sociobiológica fuerte y resistente.

Agradecimientos

Quisiera darles las gracias a John Taylor (Ike) Williams por sus sugerencias y apoyo inquebrantable, a Robert Weil por su asesoramiento editorial en éste y otros de mis libros publicados por W. W. Norton, y a Kathleen M. Horton por su inestimable ayuda en la investigación, el trabajo editorial y la preparación del manuscrito.

El capítulo 2, «Resolver el acertijo de la especie humana», es una modificación de mi artículo «El Acertijo de la Especie Humana» (*The New York Times Opinionator*, 24 de febrero de 2013). El capítulo 3, «La evolución y nuestro conflicto interior» es una versión de un artículo del mismo nombre (*The New York Times Opinionator*, 24 de junio de 2012). El capítulo 11, «El ocaso de la biodiversidad», es una versión alterada de «Cuidado con la Era de la Soledad» (*The World in 2014, The Economist*, noviembre de 2013, pág. 143).



EDWARD OSBORNE WILSON (10 de junio de 1929, Birmingham). Es un entomólogo y biólogo estadounidense conocido por su trabajo en evolución y sociobiología. Wilson es uno de los científicos de más reputación nacional e internacional. Tras obtener el bachiller en ciencias y el máster en Biología en la Universidad de Alabama (Tuscaloosa), se doctora en la Universidad de Harvard. Actualmente, Wilson es profesor honorario y conservador del museo de zoología comparada en Harvard.

Es una de las dos únicas personas que han recibido la concesión más alta en ciencias de Estados Unidos, la Medalla Nacional a la Ciencia, y el premio Pulitzer en literatura, este último en dos ocasiones, con sus libros *Sobre la naturaleza humana* (1978) y *The Ants* (1990). Su libro *Sociobiología* (1975) fue un hito importante en el desarrollo de esa disciplina científica que estudia la relación entre los genes y la conducta. Ha publicado otros seis libros.